

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-311957

(43)Date of publication of application : 24.11.1998

(51)Int.Cl.

G02B 25/00
G02B 15/20
G03B 13/06

(21)Application number : 09-137577

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 12.05.1997

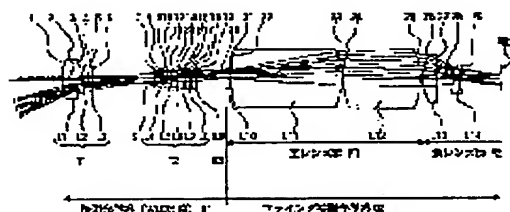
(72)Inventor : OSAWA TAKAYUKI

(54) TTL FINDER OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high finder magnification even when the focal length of a photographing optical system as an objective lens is short and also an image inverting system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real image formation plane and a pupil plane.

SOLUTION: In a finder eyepiece optical system G2, principal points are extruded forward by arranging lens groups in the order of a positive lens group F1 to a negative lens group F2 toward from an image plane side to a pupil plane in order to lengthen the real length of its optical path. The positive lens group F1 is constituted by using two sheets of thick convex lenses L11, L12 to broaden the interval between principal points and the total length of a lens is lengthened without changing the focal length of the whole optical system. The first plane of the concave lens L10 close to the real image plane of the positive lens group F1 is made to coincide with the real plane as a plane. The negative lens group F2 is constituted by using two sheets of lenses of a convex lens L13 and a concave lens L14 and the correcting of a finder diopter is performed by moving the lens 14 in the direction of an optical axis.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which carried out image formation with photography optical system. The finder eyepiece optical system arranged between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system TTL finder optical system characterized by constituting the lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which consist of the positive-lens groups and negative-lens groups which consist of one or more lenses, respectively, and constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side from a negative lens.

[Claim 2] TTL finder optical system according to claim 1 characterized by constituting the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet.

[Claim 3] The negative-lens group of finder eyepiece optical system is TTL finder optical system according to claim 1 or 2 characterized by including the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface.

[Claim 4] The positive-lens group of finder eyepiece optical system is TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-3 characterized by including the lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface.

[Claim 5] The positive-lens group of finder eyepiece optical system is TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-4 characterized by the absolute value of the radius of curvature of the convex which forms a convex lens containing the equal convex lens of one or more sheets.

[Claim 6] TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-5 characterized by considering as the composition which makes a flat surface the 1st page of the lens arranged by approaching most the real-image image formation side by photography optical system among one or more lenses which constitute the positive-lens group of finder eyepiece optical system, and makes the field concerned in agreement with the real image surface.

[Claim 7] The negative-lens group of finder eyepiece optical system is TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-6 characterized by including at least one lens which is moved in the direction of an optical axis and amends a finder diopter.

[Claim 8] The 1st group optical system with which photography optical system has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed

to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) f_M , It is bfW about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out: $2.4 < |f_1| / fW < 2.6$ ($f_1 < 0$) [in / fW and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f_3 / fW < 6.8$ ($f_3 > 0$)

(3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0, f_3 > 0$)

(4) TTL finder optical system given in any 1 term of the claims 1-7 characterized by including the zoom optical system with which are satisfied of $1.75 < bfW / fW$.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to improvement of the finder optical system used for cameras, such as for example, a lens shutter camera, a video camera, and a digital camera, and relates to the suitable TTL finder optical system for the TTL finder system of the TTL (Through the Taking Lens) method which observes the photographic subject real image by which image formation is especially carried out with photography optical system with finder eyepiece optical system.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, it is called a digital camera etc., a photographic subject image is picturized by solid state image pickup devices, such as for example, a CCD (charge-coupled device) image pick-up element, the image data of a photographic subject's static image (still picture) or a dynamic image (movie picture) is obtained, and the camera of the type recorded on IC (integrated circuit) card or a video floppy disk in digital one is spreading quickly. In this case, generally the PC card which is an IC card according to PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association-C memory card international association) specification as an IC card is used.

[0003] There are a comparatively large-sized thing which incorporated the component part of a digital camera on the basis of the body and optical system of a single lens reflex camera (one eye reflex camera) of the ordinary camera which uses a silver salt film, i.e., a silver salt camera, and a comparatively small thing equivalent to the compact camera of the range finder-lens shutter formula in a silver salt camera in this kind of digital camera.

[0004] Also in compact cameras and one eye reflex cameras, such as the so-called 35mm lens shutter camera which, on the other hand, uses for example, ordinary 35mm silver salt film, the improvement in a performance is remarkable. For example, also equipping a compact camera with the taking lens of a focal distance adjustable method like a zoom lens, or expanding the variable power ratio (zoom ratio) further is performed. By the way, image formation of a photographic subject's real image is carried out with object optical system among the finder systems used for various cameras, and the real-image formula finder system which presents observation of a user with this real image through eyepiece optical system is suitable for constituting the TTL finder optical system of the TTL method which uses photography optical system as object optical system. Photography optical system is because it is the lens system which forms a real image in the light-receiving side and film plane of the solid state image pickup device which used a photographic subject's real image for CCD etc. from the first.

[0005] Such TTL finder optical system is suitable for the finder system of a digital camera or a video camera from the ability to observe a finder image equivalent to an actual photography image, and control a diopter comparatively easily. A conventional example of a real-image formula finder system is shown in JP,5-341187,A. The real-image formula finder shown in JP,5-341187,A It has the objective lens and ocular which both have positive refractive power. "the above-mentioned objective lens The 1st group which has positive refractive power in order from a body side, the 2nd group with negative refractive power, Come to allot the 3rd group with

positive refractive power, and the 4th group with positive refractive power, and image formation of the real image is carried out between the 4th group of the above, and the above-mentioned ocular with the above-mentioned objective lens. being constituted so that the above-mentioned real image may be observed through an ocular, increasing a scale factor by moving the 2nd group of the above to an eyepiece side from a body side, and moving the 4th group for the diopter change accompanying this increase in a scale factor -- an amendment -- it is "real-image formula variable power finder made like

[0006] It is shown in JP,5-341187,A that the image reversal system and ocular using prism for making an erect image reverse an observation image from the real-image image formation side of the photographic subject by the objective lens of a real-image formula variable power finder before a pupil surface are arranged. In this case, a lens system with positive refractive power is constituted, and, as for the image reversal system, the ocular also has positive refractive power.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Generally in a finder system, it is desirable to obtain an always high finder scale factor, i.e., the finder scale factor enough near "1." However, when the optical system between the real-image image formation sides of a real-image formula variable power finder and pupil surfaces which were shown in JP,5-341187,A mentioned above is used, TTL finder optical system is constituted and it combines with an objective lens with a short focal distance, a finder scale factor high enough cannot be obtained. TTL finder optical system consists of photography optical system and finder eyepiece optical system.

[0008] That is, what it functions on as an objective lens among TTL finder optical system is photography optical system, and the optical system from the real-image image formation side by this photography optical system to a pupil surface is called "finder eyepiece optical system" here. In TTL finder optical system, in order to realize a high finder scale factor in combination with the short photography optical system of a focal distance, it is necessary to also shorten the focal distance of finder eyepiece optical system. Since it is contradictory to one side, on the other hand demand of having to lengthen the true length of finder eyepiece optical system, and shortening the focal distance described previously for suitable image reversal, the device on a design is required.

[0009] this invention was made in view of the situation mentioned above, and even if the focal distance of the photography optical system as an objective lens is short and an image reversal system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real-image image formation side and a pupil surface, it sets it as the purpose of a claim 1 to offer the TTL finder optical system which can obtain a high finder scale factor. Especially the purpose of the claim 2 of this invention is to offer TTL finder optical system with little aberration with a low manufacturing cost. The purpose of the claim 3 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can carry out aberration amendment appropriately especially.

[0010] The purpose of the claim 4 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can realize much more good aberration amendment. Especially the purpose of the claim 5 of this invention is to offer the TTL finder optical system which enables curtailment of a manufacturing cost. The purpose of the claim 6 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can observe a photographic subject image equivalent to the time of photography by the low cost especially.

[0011] The purpose of the claim 7 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can amend a finder diopter appropriately with easy composition especially. Even if it is bright at a high field angle and the optical system of a big variable power ratio is used for it, the purpose of the claim 8 of this invention is to offer the TTL finder optical system which can secure a high finder scale factor, while it can fully separate an exit-pupil position from the image surface and can secure a back focus long enough as photography optical system.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 1 In order to attain the purpose mentioned above, it is the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which carried out image formation with photography optical system. The finder eyepiece optical system arranged between

the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system It is characterized by constituting the lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which consist of the positive-lens groups and negative-lens groups which consist of one or more lenses, respectively, and constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side from a negative lens.

[0013] TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 2 is characterized by constituting the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet. TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 3 is characterized by the negative-lens group of finder eyepiece optical system containing the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface. TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 4 is characterized by the positive-lens group of finder eyepiece optical system containing the lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface.

[0014] TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 5 is characterized by the absolute value of the radius of curvature of the convex in which the positive-lens group of finder eyepiece optical system forms a convex lens containing the equal convex lens of one or more sheets. TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 6 is characterized by considering as the composition which makes a flat surface the 1st page of the lens arranged by approaching most the real-image image formation side by photography optical system among one or more lenses which constitute the positive-lens group of finder eyepiece optical system, and makes the field concerned in agreement with the real image surface.

[0015] TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 7 is characterized by including at least one lens with which the negative-lens group of finder eyepiece optical system makes it move in the direction of an optical axis, and amends a finder diopter.

[0016] The TTL finder optical system concerning this invention indicated to the claim 8 The 1st group optical system with which photography optical system has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) fM, It is bfW about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out. $2.4 < |f1| / fW < 2.6$ ($f1 < 0$) [in / fW and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f3 / fW < 6.8$ ($f3 > 0$)

(3) $0.37 < f2 / f3 < 0.41$ ($f2 > 0, f3 > 0$)

(4) It is characterized by including the zoom optical system with which are satisfied of $1.75 < bfW / fW$.

[0017]

[Function] Namely, the TTL finder optical system by the claim 1 of this invention It is the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which carried out image formation with photography optical system. The finder eyepiece optical system arranged between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system The lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which consist of the positive-lens groups and negative-lens groups

which consist of one or more lenses, respectively, and constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side consists of negative lenses. Such composition enables it to obtain a high finder scale factor, even if the focal distance of the photography optical system as an objective lens is short and an image reversal system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real-image image formation side and a pupil surface.

[0018] The TTL finder optical system by the claim 2 of this invention constitutes the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet. Few aberration is realizable with a low manufacturing cost especially with such composition. The negative-lens group of finder eyepiece optical system considers TTL finder optical system by the claim 3 of this invention as the composition containing the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface. such composition -- especially -- suitable -- an aberration amendment -- things become possible

[0019] The TTL finder optical system by the claim 4 of this invention contains the lens with which the positive-lens group of finder eyepiece optical system formed the 1st [at least] page in the aspheric surface.

[0020] Much more good aberration amendment is realizable with such composition. The TTL finder optical system by the claim 5 of this invention contains the convex lens of one or more sheets with the equal absolute value of the radius of curvature of the convex in which the positive-lens group of finder eyepiece optical system forms a convex lens. By such composition, it becomes reducible [a manufacturing cost] especially.

[0021] TTL finder optical system by the claim 6 of this invention is considered as the composition which makes a flat surface the 1st page of the lens arranged by approaching most the real-image image formation side by photography optical system among one or more lenses which constitute the positive-lens group of finder eyepiece optical system, and makes the field concerned in agreement with the real image surface. Such composition enables it to observe a photographic subject image equivalent to the time of photography by the low cost especially.

[0022] The TTL finder optical system by the claim 7 of this invention contains at least one lens with which the negative-lens group of finder eyepiece optical system makes it move in the direction of an optical axis, and amends a finder diopter. such composition -- especially easy composition -- suitable -- a finder diopter -- an amendment -- things are made

[0023] The TTL finder optical system by the claim 8 of this invention The 1st group optical system with which photography optical system has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) fM, It is bfW about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out. $2.4 < |f1| / fW < 2.6$ ($f1 < 0$) [in / fW and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f3 / fW < 6.8$ ($f3 > 0$)

(3) $0.37 < f2 / f3 < 0.41$ ($f2 > 0, f3 > 0$)

(4) The zoom optical system with which are satisfied of $1.75 < bfW / fW$ is included.

[0024] While fully being able to separate an exit-pupil position from the image surface and being able to secure a back focus long enough as photography optical system by such composition, even if it is bright at a high field angle and uses the optical system of a big variable power ratio, a

high finder scale factor is securable.

[0025]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, based on the gestalt of operation, the TTL finder optical system of this invention is explained in detail with reference to a drawing. Drawing 1 and drawing 2 show the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention. The optical-system plot plan which drawing 1 develops the composition of TTL finder optical system, and is shown, and drawing 2 are the perspective diagrams showing typically the composition at the time of building the TTL finder optical system of drawing 1 into a camera.

[0026] Signs ω , R, D, and Nd and nud which are used in the following explanation — half ω : — radius-of-curvature D: of a field angle R:optical surface — the Abbe number of the optical material of a refractive-index nud:lens of the optical material of a spacing Nd:lens with the following optical surface (a pupil surface side is adjoined) shall be expressed, respectively

[0027] With the gestalt of this operation, securing a high finder scale factor combining known photography optical system with a short focal distance, in order to bend and draw a beam of light, the finder eyepiece optical system by this invention which has the true length of sufficient optical path is shown. The TTL finder optical system of the gestalt of this operation consists of this finder eyepiece optical system and aforementioned photography optical system.

[0028] The TTL finder optical system shown in drawing 1 possesses the photography optical system G1 and the finder eyepiece optical system G2. The state when the photography optical system G1 which is a zoom lens is set to the short focal side edge section WIDE, i.e., a wide angle edge, is shown in drawing 1. The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged. The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power. It extracts and S moves in one with the 2nd lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed.

[0029] Zooming from the wide angle edge shown in drawing 1 to a tele edge is faced. the 1st lens group T1 By moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way, it moves to an image side at the convex arc of a convex, and change of a focal position is amended. the 2nd lens group T2 By moving an optical-axis top to a body side in monotone, and performing variable power, by moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way, the 3rd lens group T3 moves to the convex arc of a convex, and performs variable power to a body side. Since drawing S moves in one with the 2nd lens group T2 on the occasion of zooming, movement of the 2nd lens group T2 is not barred by drawing S.

[0030] The synthetic focal distance of the whole system [in / fM and a wide angle edge / for the focal distance of the Mth lens group (M=1-3)] fW, the back focus length in the distance of the last lens side and the image surface, i.e., the wide angle edge, of the 3rd lens group in a wide angle edge — bfW ** — the time of carrying out — these — each following condition: — conditions (1) $2.4 < |f1| / fW < 2.6$ ($f1 < 0$) and conditions (2) $f3 / fW < 6.8$ ($f3 > 0$) and conditions (3) $0.37 < f2 / f3 < 0.41$ ($f2 > 0$ $f3 > 0$) and conditions (4) $1.75 < bfW / fW$ is satisfied.

[0031] Conditions (1) The whole system is miniaturized and, for an amendment reason, it is the focal distance f1 of the 1st lens group T1 good about aberration. It is the conditions which regulate the range, and although the negative refractive power of the 1st lens group T1 becomes strong too much in the following and it is advantageous to the miniaturization of the lens whole system, since many aberration, such as spherical aberration, gets worse a minimum, it is not desirable. Moreover, conditions (1) If an upper limit is exceeded, although aberration will become good, it becomes difficult to miniaturize the lens whole system. Conditions (2) It is the conditions which regulate the positive refractive power of the 3rd lens group T3, and if an upper limit is exceeded, the positive refractive power of the 3rd lens group T3 will become inadequate, an exit-pupil position will approach the image surface, and tele cent rucksack nature will be lost.

[0032] conditions (3) the [the 2nd lens group T2 which both has positive refractive power, and] -- the conditions which regulate distribution of the refractive power of 3 lens groups T3 -- it is -- the [the 2nd lens group T2 and] -- the composition number of sheets of 3 lens groups T3 -- few -- maintaining -- a miniaturization -- easy -- carrying out -- in addition -- and they are the conditions of an amendment sake good about aberration Conditions (3) Under at a minimum, in order for the effect using the 3rd lens group T3 to decrease and to compensate the refractive power of the 3rd lens group T3, the refractive power of the 3rd lens group T3 becomes inadequate, the refractive-power burden of the 2nd lens group T2 becomes excessive, spherical aberration gets worse and the flat nature of an image also becomes bad.

[0033] conditions (3) if an upper limit is exceeded, although the refractive-power burden of the 3rd lens group T3 becomes large, the refractive-power burden of the 2nd lens group T2 will be eased, aberration will become good and the flat nature of an image will also become good -- the [the negative refractive power of the 1st lens group T1 and] -- it agrees also in the inclination for both positive refractive power of 2 lens groups T2 to become weak, and the miniaturization of the whole system of optical system becomes difficult Conditions (4) If a minimum is exceeded about a back focus, it will become difficult to arrange the optical element used for optical-path division or an optical-path change.

[0034] the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 -- having -- the [and] -- 3 lens groups T3 consist of one lens L9 With the camera photoed by solid state image pickup devices, such as a CCD image sensor, behind the 3rd lens group T3, although not illustrated, the cover glass and the filter for protecting a solid state image pickup device are arranged, and image formation is carried out in the light-receiving side of a solid state image pickup device. A filter may contain the light filter further for color separation including an infrared light shading filter and a low pass filter.

[0035] In order to constitute finder optical system, the optical element RM optical-path division of a one-way mirror etc. or for an optical-path change (refer to drawing 2) is formed in a back [of the 3rd lens group T3], i.e., image, side, and the flux of light of the photography optical system G1 is led to the finder eyepiece optical system G2 through an optical element RM. Since this optical element RM only deflects and draws an optical path, it is unrelated to optical-system arrangement, and is not shown in the optical-system plot plan of drawing 1 .

[0036] The finder eyepiece optical system G2 has the positive-lens group F1 and the negative-lens group F2. The positive-lens group F1 and the negative-lens group F2 are arranged toward a pupil surface side in order of the positive-lens group F1 and the negative-lens group F2 from an image surface side, and constitute the finder eyepiece optical system G2. The positive-lens group F1 consisted of three lenses L10, L11, and L12, and arranges these three lenses L10, L11, and L12 in order of L10, L11, and L12 one by one toward a pupil surface side from the image surface side. A lens L10 is a concave lens which made the 1st page the flat surface, and both the lenses L11 and L12 are heavy-gage convex lenses.

[0037] The lens L10 just behind an optical element RM makes in agreement with an image formation side the 1st page made into the flat surface, and is arranged. They make in agreement the absolute value of double-sided radius of curvature, the heavy-gage convex lenses L11 and L12 are convex lenses which formed both sides as a symmetrical convex, and they are constituted as prism for bending an optical path and securing the optical path length, respectively, while reversing the sense of an image and considering as an erect normal image. That is, the heavy-gage convex lenses L11 and L12 form the convex lens for the plane of incidence and the injection side of prism as a convex with the equal absolute value of radius of curvature, respectively.

[0038] The negative-lens group F2 consisted of two lenses L13 and L14, and arranges these lenses L13 and L14 in order of L13 and L14 one by one toward a pupil surface side from the image surface side. A lens L13 is a convex lens and a lens L14 is a concave lens. That is, in order to lengthen the true length of the optical path, the finder eyepiece optical system G2 has been arranged toward a pupil surface in order of the positive-lens group F1 -> negative-lens group F2 from the image surface side, and has extruded the principal point position ahead

further. Furthermore, by constituting the positive-lens group F1 using the convex lenses L11 and L12 of two sheets, and making heavy-gage both [these] the lenses L11 and L12, a principal point interval is extended and the lens overall length is lengthened, without changing the focal distance of all optical system.

[0039] If the beam-of-light height of the positive-lens group F1 is not made high, it becomes impossible however, to secure a suitable eye point, since the negative-lens group F2 has been arranged to the pupil surface side. On the other hand, the injection flux of light of the photography optical system G1 fully separates an exit-pupil position from the image surface, strengthens tele cent rucksack nature, and is made to lessen influence of shading in a CCD image sensor etc. or KERARE, a color gap, etc. Then, it was made to lead the flux of light to a desired eye point by using the lens L10 near [in the positive-lens group F1 of the finder eyepiece optical system G2] the real image surface as a concave lens.

[0040] Furthermore, it was made in agreement with the real image surface by making the 1st page of the lens L10 near the real image surface of the positive-lens group F1 into a flat surface. It becomes unnecessary to establish an information-display object etc. separately because of the information display in a finder by preparing the target mark for an information display etc. in this flat surface. For aberration amendment, the negative-lens group F2 was constituted from two lenses, a convex lens L13 and a concave lens L14, and good aberration amendment is attained. Moreover, the large interval of a convex lens L13 and a concave lens L14 can be taken, and a finder diopter can be amended by moving a concave lens L14 in the direction of an optical axis.

[0041] Drawing 3 is the optical-system plot plan developing and showing the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the form of operation of the 2nd of this invention. In the TTL finder optical system shown in drawing 3, the same photography optical system G1 as drawing 1 and the finder eyepiece optical system G2 of drawing 1 possess different finder eyepiece optical-system G2A a little. The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged. The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power. It extracts and S moves in one with the 2nd lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed.

[0042] the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 -- having -- the [and] -- 3 lens groups T3 consist of one lens L9 The flux of light of the photography optical system G1 injected from the 3rd lens group T3 is led to finder eyepiece optical-system G2A. As for the same positive-lens group F1 as drawing 1, and the negative-lens group F2 of drawing 1, finder eyepiece optical-system G2A has different negative-lens group F2A a little. The positive-lens group F1 and negative-lens group F2A are arranged toward a pupil surface side in order of the positive-lens group F1 and negative-lens group F2A from an image surface side, and finder eyepiece optical-system G2A is constituted.

[0043] The positive-lens group F1 consisted of three lenses L10, L11, and L12, and arranges these three lenses L10, L11, and L12 in order of L10, L11, and L12 one by one toward a pupil surface side from the image surface side. A lens L10 is a concave lens which made the 1st page the flat surface, and both the lenses L11 and L12 are heavy-gage convex lenses. Negative-lens group F2A consists of concave lens [of one sheet] L13A. A finder diopter can be amended by moving this concave lens L13A in the direction of an optical axis.

[0044] Drawing 4 is the optical-system plot plan developing and showing the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention. Finder eyepiece optical-system G2 of photography optical-system [with the same TTL finder optical system shown in drawing 4 / as drawing 1] G1 and drawing 3 A possesses a different finder eyepiece optical-system G2B a little. The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which

are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged. The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power. It extracts and S moves in one with the 2nd lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed.

[0045] the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 — having — the [and] — 3 lens groups T3 consist of one lens L9 The flux of light of the photography optical system G1 injected from the 3rd lens group T3 is led to finder eyepiece optical-system G2B. As for negative-lens group F2 of same positive-lens group [as drawing 1] F1, and drawing 3 A, finder eyepiece optical-system G2B has a different negative-lens group F2B a little. The positive-lens group F1 and negative-lens group F2B are arranged toward a pupil surface side in order of the positive-lens group F1 and negative-lens group F2B from an image surface side, and finder eyepiece optical-system G2B is constituted.

[0046] The positive-lens group F1 consisted of three lenses L10, L11, and L12, and arranges these three lenses L10, L11, and L12 in order of L10, L11, and L12 one by one toward a pupil surface side from the image surface side. A lens L10 is a concave lens which made the 1st page the flat surface, and both the lenses L11 and L12 are heavy-gage convex lenses. Negative-lens group F2B consists of concave lens [of one sheet] L13B, and this concave lens L13B makes the aspheric surface the 1st page by the side of the body. A finder diopter can be amended by moving this concave lens L13B in the direction of an optical axis.

[0047] Drawing 5 is the optical-system plot plan developing and showing the composition of the important section of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention. Finder eyepiece optical-system G2 of photography optical-system [with the same TTL finder optical system shown in drawing 5 / as drawing 1] G1 and drawing 3 A possesses different finder eyepiece optical-system G2C a little. The 3rd lens [whose photography optical system G1 is the 1st lens group T1 and the 2nd group optical system which are the 1st group optical system one by one toward a photographic subject, i.e., body, side to an image side] group T3 which it reaches 2nd lens group T2 and is the 3rd group optical system is arranged. The 1st lens group T1 has negative refractive power, it reaches 2nd lens group T2 and the 3rd lens group T3 has positive refractive power.

[0048] It extracts and S moves in one with the 2nd lens group T2 at the time of zooming which was prepared in the body side of the 2nd lens group T2 and to which a focal distance is changed. the 1st lens group T1 consists of three lenses L1, L2, and L3, and constitutes the 2nd lens group T2 from five lenses L4, L5, L6, L7, and L8 — having — the [and] — 3 lens groups T3 consist of one lens L9 The flux of light of the photography optical system G1 injected from the 3rd lens group T3 is led to finder eyepiece optical-system G2C.

[0049] Finder eyepiece optical-system G2C has different negative-lens group F2C a little from different positive-lens group F1A a little from drawing 1, and negative-lens group F2A of drawing 3. Positive-lens group F1A and negative-lens group F2C are arranged toward a pupil surface side in order of positive-lens group F1A and negative-lens group F2C from an image surface side, and finder eyepiece optical-system G2C is constituted. Positive-lens group F1A consisted of three lenses L10 and L11 and L12A, and arranges these three lenses L10 and L11 and L12A in order of L10, L11, and L12A one by one toward a pupil surface side from the image surface side. A lens L10 is a concave lens which made the 1st page the flat surface, and a lens L11 and L12A are both heavy-gage convex lenses. In this case, the 1st page by the side of the body of heavy-gage convex lens L12A is made into the aspheric surface.

[0050] Negative-lens group F2C consists of concave lens [of one sheet] L13C. A finder diopter can be amended by moving this concave lens L13C in the direction of an optical axis. Since an aspheric lens does not move at this time, change of the aberration when carrying out diopter amendment as compared with the case of drawing 4 is small, and ends.

[0051]

[Example] Next, the concrete example of the TTL finder optical system in the gestalt of the 1st

– the 4th operation by composition which was mentioned above is explained, respectively. The lens data in the 1st example which is an example concerning the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 are shown in Table 1 – 4. Table 1 is data of the photography optical system G1, and Table 2 is data of the finder eyepiece optical system G2. The adjustable range and Table 4 of a variable part of Table 3 are data of the aspheric surface.

[0052]

[Table 1] Photography optical system

面番号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

[0053]

[Table 2] Finder eyepiece optical system

面番号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.00000	実像面	1.49154	57.82
21	9.00300	0.53100			
22	27.02600	32.00000		1.49154	57.82
23	-27.02600	0.50000			
24	27.02600	22.00000		1.49154	57.82
25	-27.02600	0.50000			
26	12.95500	4.26300		1.49154	57.82
27	0.00000	5.00000			
28	-13.17500	1.50000		1.49154	57.82
29	10.51700	12.00000			
30	0.00000		瞳面		

[0054] Having written "0.00000" in Table 1 and 2 means that radius of curvature R is infinity (infinity), and it shows that the field concerned is a flat surface. [radius of curvature R] therefore, the positive-lens group F1 of drawing S and the finder eyepiece optical system G2 — most — the concave lens L10 by the side of the real image surface — it was made most in agreement with the real image surface by having made the 20th page by the side of the real image surface into the flat surface, and arranges Moreover, as for both sides of the convex lens L11 of the positive-lens group F1, a sign has the reverse and equal radius of curvature R mutually, and the sign has the reverse and equal radius of curvature R also for both sides of a convex lens L12 mutually. In Table 1, the spacing with the optical surface (field number) next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 3 between the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN — a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 3 — the wide angle edge WIDE — 5.20mm and the middle focal distance MEAN — 8.80mm and a tele edge TELE — 14.99mm it is .

[0055]

面番号	W I D E	~	M E A N	~	T E L E
6	18.14	~	7.76	~	1.6
17	0.6	~	5.31	~	13.63
19	8.36	~	8.46	~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20	~	8.80	~	14.99

[Table 3] Adjustable range

[0056] the 5th page and octavus side in Table 1 — a field number — "*" (asterisk) — a sign is attached, it is shown that the field concerned is the aspheric surface, and it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 4 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively That is, the aspheric surface is not used for the finder eyepiece optical system G2.

[0057]

[Equation 1]

$$X = \frac{CY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2Y^2}} + A_4Y^4 + A_6Y^6 + A_8Y^8 + A_{10}Y^{10}$$

C=1/R [0058]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	

[Table 4] Aspheric surface

The aberration view in the 1st example is shown in drawing 6 - drawing 8 . In drawing 6 - drawing 8 , a dashed line shows sine condition and solid lines C, d, and F show each spectral line of C line with a wavelength of 656.28nm, d line with a wavelength of 587.56nm, and an F line with a wavelength of 486.13nm, respectively.

[0059] The aberration view in which, as for drawing 6 , photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE, and drawing 7 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 8 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 degrees, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. It turns out that aberration is well amended also in any of drawing 6 - drawing 8 .

[0060] Next, the lens data in the 2nd example which is an example concerning the gestalt of the 2nd operation shown in drawing 3 are shown in Table 5 – 8. Table 5 is data of the photography optical system G1, and is completely the same as Table 1. Table 6 is data of finder eyepiece optical-system G2A in the 2nd example, and is different a little in Table 2. The adjustable range and Table 8 of a variable part of Table 7 are data of the aspheric surface.

[0061]

[Table 5] Photography optical system

面番号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

[0062]

[Table 6] finder eyepiece optical-system < -- IMG solvent refined

coal="/NSAPITMP2/web340/IMAGE/20031006111332314403.gif" -- WIDTH= --
 "416"HEIGHT="242"ALT=" ID=000009" -- >

[0063] It sets to Table 5 and 6 as well as the case of Table 1 and 2, and is radius of curvature $R = 0.00000$. Radius-of-curvature $R = \text{infinity}$ is meant and it is shown that the field concerned is a flat surface. therefore, the positive-lens group F1 of drawing S and the finder eyepiece optical system G2 -- most -- the concave lens L10 by the side of the real image surface -- it was made most in agreement with the real image surface by having made the 20th page by the side of the real image surface into the flat surface, and arranges Moreover, as for both sides of the convex lens L11 of the positive-lens group F1, a sign has the reverse and equal radius of curvature R mutually, and the sign has the reverse and equal radius of curvature R also for both sides of a convex lens L12 mutually.

[0064] In Table 5, the spacing with the optical surface next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 7 between the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN -- a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 7 -- the wide angle edge WIDE -- 5.20mm and the middle focal distance MEAN -- 8.80mm and a tele edge TELE --

14.99mm it is .
[0065]

面番号	W I D E	~	M E A N	~	T E L E
6	18.14	~	7.76	~	1.6
17	0.6	~	5.31	~	13.63
19	8.36	~	8.46	~	8.53
摄影光学系 焦点距離 (mm)	5.20	~	8.80	~	14.99

[Table 7] Adjustable range

[0066] In Table 5, it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 8 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively about the 5th page and octavus side which gave "*" to the field number and showed that the field concerned was the aspheric surface. Since photography optical system is completely the same as that of the 1st example in the case of this 2nd example, Table 8 is completely the same as Table 4.

[0067]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	

[Table 8] Aspheric surface

[0068] The aberration view in the 2nd example is shown in drawing 9 - drawing 11 . The aberration view in which, as for drawing 9 , photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE, and drawing 10 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 11 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 **, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. Also in any of drawing 9 - drawing 11 , it turns out that aberration is amended good.

[0069] The lens data in the 3rd example which is an example concerning the form of the 3rd operation shown in drawing 4 are shown in Table 9 - 12. Table 9 is data of the photography optical system G1, and is completely the same as Table 1. Table 10 is data of finder eyepiece optical-system G2B in the 3rd example, and is different a little in Table 2. The adjustable range and Table 12 of a variable part of Table 11 are data of the aspheric surface.

[0070]

[Table 9] Photography optical system

面番号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000	・	1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

[0071]

[Table 10] Finder eyepiece optical system

面番号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.00000	実像面	1.49154	57.82
21	6.96900	0.56800			
22	16.40500	32.00000		1.49154	57.82
23	-16.40500	0.50000			
24	16.40500	22.00000		1.49154	57.82
25	-16.40500	3.50000			
26*	-4.32000	1.00000		1.49154	57.82
27	-10.00500	12.00000			
28	0.00000		瞳面		

[0072] It sets to Table 9 and 10 as well as the case of Table 1 and 2, and is radius of curvature $R=0.00000$. Radius-of-curvature $R=\text{infinity}$ is meant and it is shown that the field concerned is a flat surface. therefore, the positive-lens group F1 of drawing S and the finder eyepiece optical system G2 — most — the concave lens L10 by the side of the real image surface — it was made most in agreement with the real image surface by having made the 20th page by the side of the real image surface into the flat surface, and arranges Moreover, as for both sides of the convex lens L11 of the positive-lens group F1, a sign has the reverse and equal radius of curvature R mutually, and the sign has the reverse and equal radius of curvature R also for both sides of a convex lens L12 mutually.

[0073] In Table 9, the spacing with the optical surface next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 11 between the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN -- a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 11 -- the wide angle edge WIDE -- 5.20mm and the middle focal distance MEAN -- 8.80mm and a tele edge TELE -- 14.99mm it is .

[0074]

面 番 号	W I D E	~	M E A N	~	T E L E
6	18.14	~	7.76	~	1.6
17	0.6	~	5.31	~	13.63
19	8.36	~	8.46	~	8.53
撮影光学系 焦点距離(mm)	5.20	~	8.80	~	14.99

[Table 11] Adjustable range

[0075] In Table 9 and 10, it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 12 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively about the 5th page which gave "*" to the field number and showed that the field concerned was the aspheric surface, an octavus side, and the 26th page. Since photography optical system is completely the same as that of the 1st example in the case of this 3rd example, about the 5th page and octavus side in Table 9, it is the same as that of Table 4. namely, the 26th page which is a field by the side of the body of concave lens L13B which constitutes negative-lens group F2B's of finder eyepiece optical-system G2B -- the aspheric surface -- carrying out -- much more -- aberration -- good -- an amendment -- it is made like

[0076]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
26	-0.72427	3.99980E-04	3.28909E-06		

[Table 12] Aspheric surface

[0077] The aberration view in the 3rd example is shown in drawing 12 - drawing 14 . The aberration view in which, as for drawing 12 , photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE, and drawing 13 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 14 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 **, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. Also in any of drawing 12 - drawing 14 , it turns out that aberration is amended good. The lens data in the 4th example which is an example concerning the gestalt of the 4th operation shown in drawing 5 are shown in Table 13 - 16. Table 13 is data of the photography optical system G1, and is completely the same as Table 1. Table 14 is data of finder eyepiece optical-system G2C in the 4th example, and is different a little in Table 2. The adjustable range and Table 16 of a variable part of Table 15 are data of the aspheric surface.

[0078]

[Table 13] Photography optical system

面番号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

[0079]

[Table 14] Finder eyepiece optical system

面番号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.00000	実像面	1.49154	57.82
21	7.199	0.576			
22	18.82100	32.00000		1.49154	57.82
23	-18.82100	0.50000			
24*	17.03400	22.00000		1.49154	57.82
25	-18.82100	5.50000			
26	-15.87300	1.00000		1.49154	57.82
27	23.88100	12.00000			
28	0.00000		瞳面		

[0080] It sets to Table 13 and 14 as well as the case of Table 1 and 2, and is radius of curvature $R=0.00000$. Radius-of-curvature $R=\text{infinity}$ is meant and it is shown that the field concerned is a flat surface. therefore, the positive-lens group F1 of drawing S and finder eyepiece optical-system G2C -- most -- the concave lens L10 by the side of the real image surface -- it was made most in agreement with the real image surface by having made the 20th page by the side of the real image surface into the flat surface, and arranges Moreover, as for both sides of the convex lens L11 of the positive-lens group F1, a sign has the reverse and equal radius of curvature R mutually, and one field of a convex lens L12 also has the radius of curvature R with equal both sides and absolute value of a convex lens L11.

[0081] In Table 13, the spacing with the optical surface next to the 6th page which made Spacing D "adjustable", the 17th page, and the 19th page can be changed in the range of Table 15 between the wide angle edge WIDE the middle focal distance MEAN -- a tele edge TELE. the focal distance of the photography optical system G1 shown in Table 15 -- the wide angle edge WIDE -- 5.20mm and the middle focal distance MEAN -- 8.80mm and a tele edge TELE -- 14.99mm it is .

[0082]

面番号	W I D E	M E A N	T E L E
6	18.14 ~	7.76 ~	1.6
17	0.6 ~	5.31 ~	13.63
19	8.36 ~	8.46 ~	8.53
撮影光学系 焦点距離 (mm)	5.20 ~	8.80 ~	14.99

[Table 15] Adjustable range

[0083] In Table 13 and 14, it has the aspheric surface configuration defined by giving the parameter shown in Table 16 to the formula of the aspheric surface of a-one number, respectively about the 5th page which gave "*" to the field number and showed that the field concerned was the aspheric surface, an octavus side, and the 24th page. Since photography optical system is completely the same as that of the 1st example in the case of this 4th example, about the 5th page and octavus side in Table 12, it is the same as that of Table 4. namely, the 24th page which is a field by the side of the body of heavy-gage convex lens L12A by the side of the pupil surface of positive-lens group F1A of finder eyepiece optical-system G2C -- the aspheric surface -- carrying out -- much more -- aberration -- good -- an amendment -- it is made like

[0084]

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
24	-0.72070	-1.29141E-05	-1.40107E-07		

[Table 16] Aspheric surface

[0085] The aberration view in the 4th example mentioned above to drawing 15 - drawing 17 is shown. The aberration view in which, as for drawing 15, photography optical system shows [the half-field angle omega] each aberration of the spherical aberration at the time of being 27.3 degrees, astigmatism, and distortion aberration at the wide angle edge WIDE, and drawing 16 The aberration view in which photography optical system shows each aberration of spherical aberration in case the half-field angle omega is 16.5 degrees with the middle focal distance MEAN, astigmatism, and distortion aberration, and drawing 17 Photography optical system is the aberration view in which the half-field angle omega shows each aberration of the spherical aberration at the time of being 9.8 **, astigmatism, and distortion aberration in a tele edge TELE. Also in any of drawing 15 - drawing 17, it turns out that aberration is amended good.

[0086] The finder eyepiece optical system G2 in the 1st - the 4th example which were mentioned above, and the overall length of G2 A-G2C, The photography optical system in each The wide angle edge WIDE, the middle focal distance MEAN, and the finder scale factor of a tele edge TELE (image scale factor), the negative-lens group F2, the lens L14 for diopter amendment of the lens of F2 A-F2C, and the travel (the body side from +1mm:criteria position -- every 1mm --) of L13 A-L13C - the pupil surface side from 1mm:criteria position -- 1mm every -- the amount of diopter amendments of the receiving finder diopter (Dptr : diopter) is shown in Table 17

[0087]

[Table 17]

	ファインダ 光学系全長	ファインダ倍率		レンズ移動距離に対する 視度補正量 (Dptr)	
				- 1mm**	+ 1mm**
第1の 実施例	79.294mm	WIDE	0.34	- 5.98	+ 8.41
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		
第2の 実施例	71.416mm	WIDE	0.34	- 3.03	+ 4.10
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		
第3の 実施例	74.576mm	WIDE	0.34	- 3.13	+ 3.91
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		
第4の 実施例	72.568mm	WIDE	0.34	- 2.32	+ 2.76
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		

[0088] (the body side from a **: " - " criteria position -- movement and pupil surface side HE movement from " + " criteria position) according to Table 17 Even if it uses the short image pick-up optical system of a focal distance, the overall length of the finder eyepiece optical system G2 and G2 A-G2C as sufficient length for image reversal And even if photography optical system is in which situation of the wide angle edge WIDE, the middle focal distance MEAN, and a tele edge TELE, it turns out that the high finder scale factor has been obtained. The finder eyepiece optical system combined with the short photography optical system of a focal distance can be devised, a high finder scale factor can be secured, and it can carry out [in / TTL finder optical system / as mentioned above] as / lengthen / the true length for image reversal / moreover].

[0089] Furthermore, since the lens which has the flat surface made in agreement with the real image surface is included, the display information at the time of photography can be offered by the low cost using the flat surface concerned. Moreover, the finder eyepiece optical system G2 and G2 A-G2C are constituted from a positive-lens group F1, F1A and the negative-lens group F2, and F2 A-F2C. As the positive-lens group F1 and F1A are constituted from combination of a positive lens and a negative lens and the negative-lens group F2 and F2 A-F2C are constituted from the combination or the single negative lens of a positive lens and a negative lens, it can consider as the TTL finder optical system by which aberration amendment was carried out appropriately.

[0090] The manufacturing cost of TTL finder optical system can be lowered by moreover making the finder eyepiece optical system G2 and the heavy-gage convex lenses L11 and L12 of G2 A-G2C into the convex lens of a symmetrical configuration. It can consider as the TTL finder optical system with which much more good aberration amendment was given further again by using an aspheric lens for positive-lens group F1A and negative-lens group F2B. Moreover, while fully separating an exit-pupil position from the image surface and securing a back focus long enough, even if it is bright at a high field angle and uses the photography optical system which makes it possible to obtain a big variable power ratio, a high finder scale factor is securable.

[0091]

[Effect of the Invention] It is the TTL finder optical system which carries out direct observation of the real image which was described above, and which carried out image formation with photography optical system like according to this invention. The finder eyepiece optical system arranged between the real-image image formation sides and pupil surfaces by the aforementioned photography optical system By constituting the lens near [by the aforementioned photography optical system of the one or more lenses which consist of the

positive-lens groups and negative-lens groups which consist of one or more lenses, respectively, and constitute the aforementioned positive-lens group] the real-image image formation side from a negative lens Even if the focal distance of the photography optical system as an objective lens is short and an image reversal system exists in the optical path of the finder eyepiece optical system between a real-image image formation side and a pupil surface, the TTL finder optical system which can obtain a high finder scale factor can be offered.

[0092] According to the TTL finder optical system of the claim 2 of this invention, few aberration is realizable with a low manufacturing cost especially by constituting the negative-lens group of finder eyepiece optical system only from a negative lens of one sheet. considering as the composition whose negative-lens group of finder eyepiece optical system contains the negative lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface according to the TTL finder optical system of the claim 3 of this invention -- especially -- suitable -- an aberration amendment -- things become possible According to the TTL finder optical system of the claim 4 of this invention, the positive-lens group of finder eyepiece optical system can realize much more good aberration amendment by including the lens which formed the 1st [at least] page in the aspheric surface.

[0093] According to the TTL finder optical system of the claim 5 of this invention, when the absolute value of the radius of curvature of the convex in which the positive-lens group of finder eyepiece optical system forms a convex lens contains the equal convex lens of one or more sheets, it becomes reducible [a manufacturing cost] especially. It becomes possible to observe a photographic subject image equivalent to the time of photography by the low cost especially by considering as the composition which makes a flat surface the 1st page of the lens arranged by approaching most the real-image image formation side by photography optical system among one or more lenses which constitute the positive-lens group of finder eyepiece optical system, and makes the field concerned in agreement with the real image surface according to the TTL finder optical system of the claim 6 of this invention.

[0094] according to the TTL finder optical system of the claim 7 of this invention, at least one lens with which the negative-lens group of finder eyepiece optical system makes it move in the direction of an optical axis, and amends a finder diopter is included -- especially easy composition -- suitable -- a finder diopter -- an amendment -- things are made According to the TTL finder optical system of the claim 8 of this invention, photography optical system The 1st group optical system which has negative refractive power one by one toward an image side from a body side, While forming drawing which arranges the 3rd group optical system which has the 2nd group optical system and the positive refractive power which have positive refractive power, and moves to the body side of the above-mentioned 2nd group optical system at the 2nd group optical system and one at the time of zooming By the 1st group optical system's moving an optical-axis top to an image side first, and reversing the move direction to a body side on the way on the occasion of zooming from a wide angle edge to a tele edge an image side -- the convex arc of a convex -- moving -- change of a focal position -- amending -- the 2nd group optical system -- an optical-axis top -- a body side -- monotonous -- moving -- variable power -- carrying out -- the [and] -- 3 group optical system By moving an optical-axis top to a body side first, and reversing the move direction to an image side on the way It moves to the convex arc of a convex and variable power is performed to a body side. the focal distance of the Mth group optical system ($M=1-3$) fM, It is bFW about the distance of the last lens side of the 3rd group optical system and the image surface in a wide angle edge. These are condition: (1) when carrying out. $2.4 < |f1| / fW < 2.6$ ($f1 < 0$) [in / fW and a wide angle edge / for the synthetic focal distance of the whole system]

(2) $f3 / fW < 6.8$ ($f3 > 0$)

(3) $0.37 < f2 / f3 < 0.41$ ($f2 > 0, f3 > 0$)

(4) While fully being able to separate an exit-pupil position from the image surface and being able to secure a back focus long enough as photography optical system by including the zoom optical system with which are satisfied of $1.75 < bFW / fW$, even if it is bright at a high field angle and uses the optical system of a big variable power ratio, a high finder scale factor is securable.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the optical-system plot plan developing and showing the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective diagram showing typically the composition of the important section in the state where the TTL finder optical system of drawing 1 was actually built into the camera.

[Drawing 3] It is the optical-system plot plan developing and showing the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 4] It is the optical-system plot plan developing and showing the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 5] It is the optical-system plot plan developing and showing the arrangement composition of the optical system of the TTL finder optical system concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Drawing 6] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 1st example of the TTL finder optical system of drawing 1, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 7] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 1st example of the TTL finder optical system of drawing 1, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 8] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge concerning the 1st example of the TTL finder optical system of drawing 1, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 9] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 2nd example of the TTL finder optical system of drawing 3, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 10] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 2nd example of the TTL finder optical system of drawing 3, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 11] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge concerning the 2nd example of the TTL finder optical system of drawing 3, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 12] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 3rd example of the TTL finder optical system of drawing 4, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 13] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 3rd example of the TTL finder optical system of drawing 4, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 14] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge

concerning the 3rd example of the TTL finder optical system of drawing 4 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 15] It is the aberration view showing the spherical aberration in the wide angle edge concerning the 4th example of the TTL finder optical system of drawing 5 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 16] It is the aberration view showing the spherical aberration in the middle focal distance concerning the 4th example of the TTL finder optical system of drawing 5 , astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 17] It is the aberration view showing the spherical aberration in the tele edge concerning the 4th example of the TTL finder optical system of drawing 5 , astigmatism, and distortion aberration.

[Description of Notations]

G1 Photography optical system

G2, G2A, G2B, G2C Finder eyepiece optical system

T1 The 1st lens group

T2 The 2nd lens group

T3 The 3rd lens group

F1, F1A Positive-lens group

F2, F2A, F2B, F2C Negative-lens group

L1-L14, L13A, L13B, L13C Lens

RM Optical faculty material

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系であって、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを負レンズで構成したことを特徴とするTTLファインダ光学系。

【請求項2】 ファインダ接眼光学系の負レンズ群を、1枚の負レンズのみで構成したことを特徴とする請求項1に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項3】 ファインダ接眼光学系の負レンズ群は、少なくとも1面を非球面に形成した負レンズを含むことを特徴とする請求項1または2に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項4】 ファインダ接眼光学系の正レンズ群は、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含むことを特徴とする請求項1～3のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項5】 ファインダ接眼光学系の正レンズ群は、凸レンズを形成する凸面の曲率半径の絶対値が等しい1枚以上の凸レンズを含むことを特徴とする請求項1～4のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項6】 ファインダ接眼光学系の正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうち、撮影光学系による実像結像面にもっとも近接して配置されるレンズの第1面を平面とし且つ当該面を実像面と一致させる構成としたことを特徴とする請求項1～5のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項7】 ファインダ接眼光学系の負レンズ群は、光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含むことを特徴とする請求項1～6のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【請求項8】 撮影光学系は、物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、上記第2群光学系の物体側に、ズーム時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設けるとともに、広角端から望遠端へのズームに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、そして第3群光学系は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行い、第M群光学系 ($M=1\sim3$) の焦点距離を f

f_w 、広角端における全系の合成焦点距離を f_w 、広角端における第3群光学系の最終レンズ面と像面との距離を $b f_w$ とするとき、これらが条件：

$$(1) \quad 2.4 < |f_1| / f_w < 2.6 \quad (f_1 < 0)$$

$$(2) \quad f_3 / f_w < 6.8 \quad (f_3 > 0)$$

$$(3) \quad 0.37 < f_2 / f_3 < 0.41 \quad (f_2 > 0, f_3 > 0)$$

$$(4) \quad 1.75 < b f_w / f_w$$

を満足するズーム光学系を含むことを特徴とする請求項1～7のうちのいずれか1項に記載のTTLファインダ光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばレンズシャッターカメラ、ビデオカメラおよびデジタルカメラ等のカメラに用いられるファインダ光学系の改良に係り、特に、撮影光学系で結像される被写体実像をファインダ接眼光学系により観察するTTL (Through the Taking Lens) 方式のTTLファインダシステムに好適なTTLファインダ光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、デジタルカメラ等と称され、被写体像を、例えばCCD (電荷結合素子) 撮像素子等の固体撮像素子により撮像し、被写体の静止画像 (スティル画像) または動画像 (ムービー画像) の画像データを得て、IC (集積回路) カードまたはビデオフロッピーディスク等にデジタル的に記録するタイプのカメラが急速に普及しつつある。この場合、ICカードとしては、PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association : PCメモリカード国際協会) 規格に従ったICカードであるPCカードが一般に用いられている。

【0003】この種のデジタルカメラには、銀塩フィルムを用いる在来のカメラ、すなわち銀塩カメラの一眼レフ (一眼レフレックスカメラ) のボディおよび光学系を基本にして、デジタルカメラの構成部品を組み込んだ比較的大型のものと、銀塩カメラにおけるレンジファインダーレンズシャッター式のコンパクトカメラに相当する比較的小型のものとがある。

【0004】一方、在来の例えば35mm銀塩フィルムを使用するいわゆる35mmレンズシャッターカメラ等のコンパクトカメラや一眼レフレックスカメラにおいても性能向上が著しい。例えば、コンパクトカメラにもズームレンズのような焦点距離可変方式の撮影レンズを装着するようにしたり、さらには、その変倍比 (ズーム比) を拡大したりすることが行われている。ところで、各種カメラに用いられるファインダシステムのうち、対物光学系により被写体の実像を結像させ、この実像を接眼光学系を介して利用者の観察に供する実像式ファインダシステムは、対物光学系として撮影光学系を使用するTTL方

式のTTLファインダ光学系を構成するのに適している。なぜならば、撮影光学系は、もともと被写体の実像をCCD等を用いた固体撮像素子の受光面やフィルム面に実像を形成するレンズ系だからである。

【0005】このようなTTLファインダ光学系は、実際の撮影像と同等のファインダ像を観察することができる、比較的容易に視度を制御することができることから、特にデジタルカメラやビデオカメラのファインダシステムに好適である。実像式ファインダシステムの従来の一例が特開平5-341187号公報に示されている。特開平5-341187号公報に示された実像式ファインダは、「共に正の屈折力を持つ対物レンズと接眼レンズとを有し、上記対物レンズは、物体側から順に正の屈折力を持つ第1群、負の屈折力を持つ第2群、正の屈折力を持つ第3群、正の屈折力を持つ第4群を配してなり、上記対物レンズにより上記第4群と上記接眼レンズとの間に実像を結像させ、接眼レンズを介して上記実像を観察するように構成され、上記第2群を物体側から接眼側へ移動させることにより倍率を増大させ、この倍率増加に伴う視度変化を、第4群を移動させることにより補正するようにした」実像式変倍ファインダである。

【0006】特開平5-341187号公報には、実像式変倍ファインダの対物レンズによる被写体の実像結像面から瞳面までの間に、観察像を正立像に反転させるためのプリズムを用いた像反転系および接眼レンズが配置されることが示されている。この場合、像反転系は、正の屈折力を持つレンズ系を構成し、接眼レンズも正の屈折力を有している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般にファインダシステムにおいては、常に高いファインダ倍率、すなわち「1」に十分に近いファインダ倍率を得ることが望ましい。しかしながら、上述した特開平5-341187号公報に示された、実像式変倍ファインダの実像結像面と瞳面との間の光学系を使用して、TTLファインダ光学系を構成した場合、焦点距離の短い対物レンズと組み合わせたときは、十分に高いファインダ倍率を得ることができない。TTLファインダ光学系は、撮影光学系とファインダ接眼光学系とで構成される。

【0008】すなわち、TTLファインダ光学系のうち対物レンズとして機能するのが撮影光学系であり、ここでは、該撮影光学系による実像結像面から瞳面に至る光学系を「ファインダ接眼光学系」と称している。TTLファインダ光学系において、焦点距離の短い撮影光学系との組み合わせにおいて高いファインダ倍率を実現するためには、ファインダ接眼光学系の焦点距離も短くする必要がある。一方、これに対して、適切な像反転のためには、ファインダ接眼光学系の実長を長くしなければならず、先に述べた焦点距離を短くするという要求と矛盾するため、設計上の工夫が必要である。

【0009】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を得ることができるTTLファインダ光学系を提供することを請求項1の目的としている。本発明の請求項2の目的は、特に、低い製造コストで収差の少ないTTLファインダ光学系を提供することにある。本発明の請求項3の目的は、特に、適切に収差補正し得るTTLファインダ光学系を提供することにある。

【0010】本発明の請求項4の目的は、一層良好な収差補正を実現し得るTTLファインダ光学系を提供することにある。本発明の請求項5の目的は、特に、製造コストの削減を可能とするTTLファインダ光学系を提供することにある。本発明の請求項6の目的は、特に、低コストで撮影時と同等の被写体像を観察し得るTTLファインダ光学系を提供することにある。

【0011】本発明の請求項7の目的は、特に、簡単な構成で適切にファインダ視度を補正し得るTTLファインダ光学系を提供することにある。本発明の請求項8の目的は、撮影光学系として、射出瞳位置を像面から十分に離し、十分に長いバックフォーカスを確保することができるとともに、高画角で明るく、大きな変倍比の光学系を用いても高いファインダ倍率を確保することができるTTLファインダ光学系を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、上述した目的を達成するために、撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系であって、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを負レンズで構成したことを特徴としている。

【0013】請求項2に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群を、1枚の負レンズのみで構成したことを特徴としている。請求項3に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成した負レンズを含むことを特徴としている。請求項4に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含むことを特徴としている。

【0014】請求項5に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、凸レンズを形成する凸面の曲率半径の絶対値が等しい1枚以上の凸レンズを含むことを特徴としている。請

求項6に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうち、撮影光学系による実像結像面にもっとも近接して配置されるレンズの第1面を平面とし且つ当該面を実像面と一致させる構成としたことを特徴としている。

【0015】請求項7に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含むことを特徴としている。

【0016】請求項8に記載した本発明に係るTTLファインダ光学系は、撮影光学系が、物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、上記第2群光学系の物体側に、ズーム時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設けるとともに、広角端から望遠端へのズームに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、そして第3群光学系は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行い、第M群光学系 ($M=1\sim3$) の焦点距離を f_M 、広角端における全系の合成焦点距離を f_W 、広角端における第3群光学系の最終レンズ面と像面との距離を $b f_W$ とするとき、これらが条件：

- (1) $2.4 < |f_1| / f_W < 2.6$ ($f_1 < 0$)
- (2) $f_3 / f_W < 6.8$ ($f_3 > 0$)
- (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0$, $f_3 > 0$)
- (4) $1.75 < b f_W / f_W$

を満足するズーム光学系を含むことを特徴としている。

【0017】

【作用】すなわち、本発明の請求項1によるTTLファインダ光学系は、撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系であって、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを負レンズで構成する。このような構成により、対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を得ることが可能となる。

【0018】本発明の請求項2によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群を1枚の負レンズのみで構成する。このような構成により、特に、低い製造コストで少ない収差を実現することができ

る。本発明の請求項3によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成した負レンズを含む構成とする。このような構成により、特に、適切に収差補正することが可能となる。

【0019】本発明の請求項4によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含む。

【0020】このような構成により、一層良好な収差補正を実現することができる。本発明の請求項5によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、凸レンズを形成する凸面の曲率半径の絶対値が等しい1枚以上の凸レンズを含む。このような構成により、特に、製造コストの削減が可能となる。

【0021】本発明の請求項6によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうち、撮影光学系による実像結像面にもっとも近接して配置されるレンズの第1面を平面とし且つ当該面を実像面と一致させる構成とする。このような構成により、特に、低コストで撮影時と同等の被写体像を観察することが可能となる。

【0022】本発明の請求項7によるTTLファインダ光学系は、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含む。このような構成により、特に簡単な構成で適切にファインダ視度を補正することができる。

【0023】本発明の請求項8によるTTLファインダ光学系は、撮影光学系が、物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、上記第2群光学系の物体側に、ズーム時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設けるとともに、広角端から望遠端へのズームに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、そして第3群光学系は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行い、第M群光学系 ($M=1\sim3$) の焦点距離を f_M 、広角端における全系の合成焦点距離を f_W 、広角端における第3群光学系の最終レンズ面と像面との距離を $b f_W$ とするとき、これらが条件：

- (1) $2.4 < |f_1| / f_W < 2.6$ ($f_1 < 0$)
- (2) $f_3 / f_W < 6.8$ ($f_3 > 0$)
- (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0$, $f_3 > 0$)
- (4) $1.75 < b f_W / f_W$

を満足するズーム光学系を含む。

【0024】このような構成により、撮影光学系として、射出瞳位置を像面から十分に離し、十分に長いバックフォーカスを確保することができるとともに、高画角で明るく、大きな変倍比の光学系を用いても高いファインダ倍率を確保することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に基づき、図面を参照して本発明のTTLファインダ光学系を詳細に説明する。図1および図2は、本発明の第1の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を示している。図1は、TTLファインダ光学系の構成を展開して示す光学系配置図、そして図2は、図1のTTLファインダ光学系をカメラに組み込んだ場合の構成を模式的に示す斜視図である。

【0026】以下の説明において使用する記号 ω 、 R 、 D 、 Nd および v_d は、

ω ：半画角

R ：光学面の曲率半径

D ：次の（瞳面側に隣接する）光学面との面間隔

Nd ：レンズの光学材料の屈折率

v_d ：レンズの光学材料のアッベ数

をそれぞれあらわすものとする。

【0027】この実施の形態では、焦点距離の短い既知の撮影光学系と組み合わせ、高いファインダ倍率を確保しつつ、光線を折り曲げて導くために充分な光路の実長を有する本発明によるファインダ接眼光学系を提示する。このファインダ接眼光学系と前記撮影光学系とで、この実施の形態のTTLファインダ光学系を構成する。

【0028】図1に示すTTLファインダ光学系は、撮影光学系G1およびファインダ接眼光学系G2を具備している。図1には、ズームレンズである撮影光学系G1が短焦点側端部つまり広角端WIDEに設定されているときの状態を示している。撮影光学系G1は、被写体すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レンズ群T1、第2群光学系である第2レンズ群T2および第3群光学系である第3レンズ群T3が配置されている。第1レンズ群T1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3は正の屈折力を有する。第2レンズ群T2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T2と一体的に移動する。

【0029】図1に示す広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1レンズ群T1は、光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2レンズ群T2は、光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、第3レンズ群T3は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行う。絞りSは、ズーミングに際して、第2レンズ群T2と一体的に

移動するので、絞りSにより第2レンズ群T2の移動が妨げられることはない。

【0030】第Mレンズ群（ $M=1\sim 3$ ）の焦点距離を f_M 、広角端における全系の合成焦点距離を f_ω 、広角端における第3レンズ群の最終レンズ面と像面との距離、つまり広角端におけるバックフォーカス長、を $b f_\omega$ とすると、これらは次の各条件：

条件(1) $2.4 < |f_1| / f_\omega < 2.6$ ($f_1 < 0$)、

条件(2) $f_3 / f_\omega < 6.8$ ($f_3 > 0$)、

条件(3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0$, $f_3 > 0$)、および

条件(4) $1.75 < b f_\omega / f_\omega$

を満足する。

【0031】条件(1)は、全系を小型化し、収差を良好に補正するため、第1レンズ群T1の焦点距離 f_1 の範囲を規制する条件であり、下限を未満では、第1レンズ群T1の負の屈折力が強くなりすぎ、レンズ全系の小型化には有利であるが、球面収差等の諸収差が悪化するため好ましくない。また、条件(1)の上限を超えると、収差は良好になるが、レンズ全系を小型化することが困難になる。条件(2)は、第3レンズ群T3の正の屈折力を規制する条件であり、上限を超えると、第3レンズ群T3の正の屈折力が不充分となって射出瞳位置が像面に近づきテレセントリック性が失われる。

【0032】条件(3)は、共に正の屈折力を持つ第2レンズ群T2および第3レンズ群T3の屈折力の配分を規制する条件であり、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3の構成枚数を少なく保って小型化を容易にし、なおかつ収差を良好に補正するための条件である。条件(3)の下限未満では、第3レンズ群T3の屈折力が不充分となって第3レンズ群T3を用いる効果が少なくなり、第3レンズ群T3の屈折力を補うために、第2レンズ群T2の屈折力負担が過大になって球面収差が悪化し、像の平坦性も悪くなる。

【0033】条件(3)の上限を超えると、第3レンズ群T3の屈折力負担が大きくなり、第2レンズ群T2の屈折力負担が緩和され、収差が良好となり、像の平坦性も良好になるが、第1レンズ群T1の負の屈折力および第2レンズ群T2の正の屈折力双方が弱くなる傾向にも合致し、光学系の全系の小型化が困難になる。条件(4)は、バックフォーカスに関するものであり、下限を超えると、光路分割や光路切換えに用いる光学素子を配備することが困難になる。

【0034】第1レンズ群T1は、3枚のレンズL1、L2およびL3で構成され、第2レンズ群T2は、5枚のレンズL4、L5、L6、L7およびL8で構成され、そして第3レンズ群T3は、1枚のレンズL9で構成されている。CCD撮像素子等の固体撮像素子で撮影するカメラでは、第3レンズ群T3の後方に、図示して

いないが固体撮像素子を保護するためのカバーガラスおよびフィルタが配置され、固体撮像素子の受光面に結像される。フィルタは、赤外光遮光フィルタおよびローパスフィルタを含み、さらに色分解用のカラーフィルタを含む場合もある。

【0035】ファインダ光学系を構成するためには、第3レンズ群T3の後方、すなわち像側に、ハーフミラー等のような光路分割もしくは光路切換え用の光学素子RM(図2参照)を設け、撮影光学系G1の光束を光学素子RMを介してファインダ接眼光学系G2に導く。該光学素子RMは、単に光路を偏向して導くだけであり、光学系配置には無関係であり、図1の光学系配置図には示されない。

【0036】ファインダ接眼光学系G2は、正レンズ群F1および負レンズ群F2を有する。正レンズ群F1および負レンズ群F2は、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F1、負レンズ群F2の順に配置してファインダ接眼光学系G2を構成している。正レンズ群F1は、3枚のレンズL10、L11およびL12で構成され、これらの3枚のレンズL10、L11およびL12を、像面側から瞳面側に向かって順次L10、L11、L12の順で配置している。レンズL10は、第1面を平面とした凹レンズであり、レンズL11およびL12は共に厚肉の凸レンズである。

【0037】光学素子RMの直後のレンズL10は、平面とした第1面を結像面に一致させて配置される。厚肉の凸レンズL11およびL12は、それぞれ、両面の曲率半径の絶対値を一致させて、両面を対称な凸面として形成した凸レンズであり、像の向きを反転させて正立正像とするとともに光路を折曲して光路長を確保するためのプリズムとして構成される。すなわち、厚肉の凸レンズL11およびL12は、それぞれプリズムの入射面と射出面を曲率半径の絶対値が等しい凸面として、凸レンズを形成している。

【0038】負レンズ群F2は、2枚のレンズL13およびL14で構成され、これらのレンズL13およびL14を、像面側から瞳面側に向かって順次L13、L14の順で配置している。レンズL13は、凸レンズであり、レンズL14は凹レンズである。すなわち、ファインダ接眼光学系G2は、その光路の実長を長くするために、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F1→負レンズ群F2の順に配置して、主点位置を、一層前方に押し出している。さらに、正レンズ群F1を2枚の凸レンズL11およびL12を用いて構成し、これら両レンズL11およびL12を厚肉化することにより、主点間隔を広げ、全光学系の焦点距離を変更せずにレンズ全長を長くしている。

【0039】しかしながら、瞳面側に負レンズ群F2を配置したため、正レンズ群F1の光線高さを高くしないと、適切なアイポイントを確保することができなくな

る。一方、撮影光学系G1の射出光束は、射出瞳位置を像面から十分に離しテレセントリック性を強めて、CCD撮像素子等におけるシェーディング、あるいはケラレや色ずれ等の影響を少なくするようにしている。そこで、ファインダ接眼光学系G2の正レンズ群F1における実像面近傍のレンズL10を凹レンズとして、所望のアイポイントに光束を導くようにした。

【0040】さらに、正レンズ群F1の実像面近傍のレンズL10の第1面を平面として実像面と一致させた。この平面に情報表示のためのターゲットマーク等を設けることにより、ファインダにおける情報表示のために別途に情報表示体等を設ける必要がなくなる。収差補正のためには、負レンズ群F2を凸レンズL13と凹レンズL14の2枚のレンズで構成し、良好な収差補正を達成している。また、凸レンズL13と凹レンズL14との間隔を広くとって、凹レンズL14を光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる。

【0041】図3は、本発明の第2の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を展開して示す光学系配置図である。図3に示すTTLファインダ光学系は、図1と同様の撮影光学系G1および図1のファインダ接眼光学系G2とは若干異なるファインダ接眼光学系G2Aを具備している。撮影光学系G1は、被写体すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レンズ群T1、第2群光学系である第2レンズ群T2および第3群光学系である第3レンズ群T3が配置されている。第1レンズ群T1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T2および第3レンズ群T3は正の屈折力を有する。第2レンズ群T2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T2と一体的に移動する。

【0042】第1レンズ群T1は、3枚のレンズL1、L2およびL3で構成され、第2レンズ群T2は、5枚のレンズL4、L5、L6、L7およびL8で構成され、そして第3レンズ群T3は1枚のレンズL9で構成されている。第3レンズ群T3から射出される撮影光学系G1の光束をファインダ接眼光学系G2Aに導く。ファインダ接眼光学系G2Aは、図1と同様の正レンズ群F1および図1の負レンズ群F2とは若干異なる負レンズ群F2Aを有する。正レンズ群F1および負レンズ群F2Aを、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F1、負レンズ群F2Aの順に配置してファインダ接眼光学系G2Aを構成している。

【0043】正レンズ群F1は、3枚のレンズL10、L11およびL12で構成され、これらの3枚のレンズL10、L11およびL12を、像面側から瞳面側に向かって順次L10、L11、L12の順で配置している。レンズL10は、第1面を平面とした凹レンズであり、レンズL11およびL12は共に厚肉の凸レンズで

ある。負レンズ群F 2 Aは、1枚の凹レンズL 1 3 Aで構成される。この凹レンズL 1 3 Aを光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる。

【0044】図4は、本発明の第3の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を展開して示す光学系配置図である。図4に示すTTLファインダ光学系は、図1と同様の撮影光学系G 1および図3のファインダ接眼光学系G 2 Aとは若干異なるファインダ接眼光学系G 2 Bを具備している。撮影光学系G 1は、被写体すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レンズ群T 1、第2群光学系である第2レンズ群T 2および第3群光学系である第3レンズ群T 3が配置されている。第1レンズ群T 1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T 2および第3レンズ群T 3は、正の屈折力を有する。第2レンズ群T 2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T 2と一体的に移動する。

【0045】第1レンズ群T 1は、3枚のレンズL 1、L 2およびL 3で構成され、第2レンズ群T 2は、5枚のレンズL 4、L 5、L 6、L 7およびL 8で構成され、そして第3レンズ群T 3は1枚のレンズL 9で構成されている。第3レンズ群T 3から射出される撮影光学系G 1の光束をファインダ接眼光学系G 2 Bに導く。ファインダ接眼光学系G 2 Bは、図1と同様の正レンズ群F 1および図3の負レンズ群F 2 Aとは若干異なる負レンズ群F 2 Bを有する。正レンズ群F 1および負レンズ群F 2 Bを、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F 1、負レンズ群F 2 Bの順に配置してファインダ接眼光学系G 2 Bを構成している。

【0046】正レンズ群F 1は、3枚のレンズL 1 0、L 1 1およびL 1 2で構成され、これらの3枚のレンズL 1 0、L 1 1およびL 1 2を、像面側から瞳面側に向かって順次L 1 0、L 1 1、L 1 2の順で配置している。レンズL 1 0は、第1面を平面とした凹レンズであり、レンズL 1 1およびL 1 2は共に厚肉の凸レンズである。負レンズ群F 2 Bは、1枚の凹レンズL 1 3 Bで構成されており、該凹レンズL 1 3 Bは、その物体側の1面を非球面としている。この凹レンズL 1 3 Bを光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる。

【0047】図5は、本発明の第4の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の要部の構成を展開して示す光学系配置図である。図5に示すTTLファインダ光学系は、図1と同様の撮影光学系G 1および図3のファインダ接眼光学系G 2 Aとは若干異なるファインダ接眼光学系G 2 Cを具備している。撮影光学系G 1は、被写体、

すなわち物体側から像側に向かって順次、第1群光学系である第1レンズ群T 1、第2群光学系である第2レンズ群T 2および第3群光学系である第3レンズ群T 3が配置されている。第1レンズ群T 1は、負の屈折力を有し、第2レンズ群T 2および第3レンズ群T 3は、正の屈折力を有する。

【0048】第2レンズ群T 2の物体側に設けられた絞りSは、焦点距離を変化させるズーミング時に第2レンズ群T 2と一体的に移動する。第1レンズ群T 1は、3枚のレンズL 1、L 2およびL 3で構成され、第2レンズ群T 2は、5枚のレンズL 4、L 5、L 6、L 7およびL 8で構成され、そして第3レンズ群T 3は、1枚のレンズL 9で構成されている。第3レンズ群T 3から射出される撮影光学系G 1の光束をファインダ接眼光学系G 2 Cに導く。

【0049】ファインダ接眼光学系G 2 Cは、図1とは若干異なる正レンズ群F 1 Aおよび図3の負レンズ群F 2 Aとは若干異なる負レンズ群F 2 Cを有する。正レンズ群F 1 Aおよび負レンズ群F 2 Cを、像面側から瞳面側に向かって、正レンズ群F 1 A、負レンズ群F 2 Cの順に配置してファインダ接眼光学系G 2 Cを構成している。正レンズ群F 1 Aは、3枚のレンズL 1 0、L 1 1およびL 1 2 Aで構成され、これらの3枚のレンズL 1 0、L 1 1およびL 1 2 Aを、像面側から瞳面側に向かって順次L 1 0、L 1 1、L 1 2 Aの順で配置している。レンズL 1 0は、第1面を平面とした凹レンズであり、レンズL 1 1およびL 1 2 Aは共に厚肉の凸レンズである。この場合、厚肉の凸レンズL 1 2 Aの物体側の1面を非球面としている。

【0050】負レンズ群F 2 Cは、1枚の凹レンズL 1 3 Cで構成される。この凹レンズL 1 3 Cを光軸方向に移動させることによりファインダ視度の補正を行うことができる。このとき、非球面レンズが移動しないので、図4の場合に比して視度補正したときの収差の変化が小さくて済む。

【0051】

【実施例】次に、上述したような構成による第1～第4の実施の形態におけるTTLファインダ光学系の具体的な実施例をそれぞれ説明する。図1に示す第1の実施の形態に係る実施例である第1の実施例におけるレンズデータを表1～表4に示す。表1は、撮影光学系G 1のデータであり、表2は、ファインダ接眼光学系G 2のデータである。表3は、可変部分の可変範囲および表4は非球面のデータである。

【0052】

【表1】撮影光学系

面番号	R	D		N d	νd
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

【0053】

【表2】ファインダ接眼光学系

面番号	R	D		N d	νd
20	0.00000	1.00000	実像面	1.49154	57.82
21	9.00300	0.53100			
22	27.02600	32.00000		1.49154	57.82
23	-27.02600	0.50000			
24	27.02600	22.00000		1.49154	57.82
25	-27.02600	0.50000			
26	12.95500	4.26300		1.49154	57.82
27	0.00000	5.00000			
28	-13.17500	1.50000		1.49154	57.82
29	10.51700	12.00000			
30	0.00000		瞳面		

【0054】表1および表2において曲率半径Rを「0.00000」と表記したのは、曲率半径Rが無限大(∞)であることを意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSおよびファインダ接眼光学系G2の正レンズ群F1の最も実像面側の凹レンズL10の最も実像面側の第20面を平面として実像面に一致させて配置している。また、正レンズ群F1の凸レンズL11の両面は、符号が互いに逆で且つ等しい曲率半径Rを

有し、凸レンズL12の両面も符号が互いに逆で且つ等しい曲率半径Rを有している。表1において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の(面番号の)光学面との面間隔は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表3の範囲で変化させることができる。表3に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端TELEで14.99mmである。

【0055】

【表3】可変範囲

面番号	W I D E	~	M E A N	~	T E L E
6	18.14	~	7.76	~	1.6
17	0.6	~	5.31	~	13.63
19	8.36	~	8.46	~	8.53
撮影光学系 焦点距離(mm)	5.20	~	8.80	~	14.99

【0056】表1における第5面および第8面については、面番号に「*（アスタリスク）」なる記号を付して当該面が非球面であることを示しており、それぞれ数1の非球面の式に表4に示すパラメータを与えることによ

り定義される非球面形状を有している。すなわち、ファインダ接眼光学系G2には非球面は用いられていない。

【0057】

【数1】

$$X = \frac{CY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2Y^2}} + A4Y^4 + A6Y^6 + A8Y^8 + A10Y^{10}$$

C = 1/R

【0058】

【表4】非球面

面	K	A 4	A 6	A 8	A 10
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	

図6～図8に第1の実施例における収差図を示す。図6～図8において、破線は正弦条件を示し、実線C、dおよびFはそれぞれ波長656.28nmのC線、波長587.56nmのd線および波長486.13nmのF線の各スペクトル線を示している。

【0059】図6は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図7は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図8は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各

収差を示す収差図である。図6～図8のいずれにおいても収差がよく補正されていることがわかる。

【0060】次に、図3に示す第2の実施の形態に係る実施例である第2の実施例におけるレンズデータを表5～表8に示す。表5は、撮影光学系G1のデータであり、表1と全く同様である。表6は第2の実施例におけるファインダ接眼光学系G2Aのデータであり、表2とは若干相違する。表7は、可変部分の可変範囲および表8は非球面のデータである。

【0061】

【表5】撮影光学系

面番号	R	D		N d	νd
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

【0062】

【表6】ファインダ接眼光学系

面番号	R	D		N d	νd
20	0.00000	1.00000	実像面	1.49154	57.82
21	7.30000	0.53600			
22	16.06700	32.00000		1.49154	57.82
23	-16.06700	0.50000			
24	16.06700	22.00000		1.49154	57.82
25	-16.06700	2.38000			
26	-7.73100	1.00000		1.49154	57.82
27	-438.78800	12.00000			
28	0.00000		瞳面		

【0063】表5および表6においても、表1および表2の場合と同様に曲率半径 $R=0.00000$ は、曲率半径 $R=\infty$ を意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSおよびファインダ接眼光学系G2の正レンズ群F1の最も実像面側の凹レンズL10の最も実像面側の第20面を平面として実像面に一致させて配置している。また、正レンズ群F1の凸レンズL11の両面は、符号が互いに逆で且つ等しい曲率半径Rを有し、凸レンズL12の両面も符号が互いに逆で且つ等しい曲率半径Rを有している。

【0064】表5において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の光学面との面間隔は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表7の範囲で変化させることができる。表7に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端TELEで14.99mmである。

【0065】

【表7】可変範囲

面番号	W I D E	~	M E A N	~	T E L E
6	18.14	~	7.76	~	1.6
17	0.6	~	5.31	~	13.63
19	8.36	~	8.46	~	8.53
撮影光学系 焦点距離(mm)	5.20	~	8.80	~	14.99

【0066】表5において、面番号に「*」を付して当該面が非球面であることを示した第5面および第8面については、それぞれ数1の非球面の式に表8に示すパラメータを与えることにより定義される非球面形状を有している。この第2の実施例の場合、撮影光学系は第1の

実施例と全く同様であるから、表8は表4と全く同様である。

【0067】

【表8】非球面

面	K	A 4	A 6	A 8	A 1 0
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	

【0068】図9～図11に第2の実施例における収差図を示す。図9は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図10は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図11は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図である。図9～図11のいずれにおいても、収差が良好に補正されていることがわかる。

【0069】図4に示す第3の実施の形態に係る実施例である第3の実施例におけるレンズデータを表9～表12に示す。表9は、撮影光学系G1のデータであり、表1と全く同様である。表10は、第3の実施例におけるファインダ接眼光学系G2Bのデータであり、表2とは若干相違する。表11は、可変部分の可変範囲および表12は非球面のデータである。

【0070】

【表9】撮影光学系

面番号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

【0071】

【表10】ファインダ接眼光学系

面番号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.00000	実像面	1.49154	57.82
21	6.96900	0.56800			
22	16.40500	32.00000		1.49154	57.82
23	-16.40500	0.50000			
24	16.40500	22.00000		1.49154	57.82
25	-16.40500	3.50000			
26*	-4.32000	1.00000		1.49154	57.82
27	-10.00500	12.00000			
28	0.00000		瞳面		

【0072】表9および表10においても、表1および表2の場合と同様に曲率半径 $R=0.00000$ は、曲率半径 $R=\infty$ を意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSおよびファインダ接眼光学系G2の正レンズ群F1の最も実像面側の凹レンズL10の最も実像面側の第20面を平面として実像面に一致させて配置している。また、正レンズ群F1の凸レンズL11の両面は、符号が互いに逆で且つ等しい曲率半径Rを有し、凸レンズL12の両面も符号が互いに逆で且つ等しい曲率半径Rを有している。

【0073】表9において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の光学面との面間隔は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表11の範囲で変化させることができる。表11に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端TELEで14.99mmである。

【0074】

【表11】可変範囲

面番号	W I D E	~	M E A N	~	T E L E
6	18.14	~	7.76	~	1.6
17	0.6	~	5.31	~	13.63
19	8.36	~	8.46	~	8.53
撮影光学系 焦点距離(mm)	5.20	~	8.80	~	14.99

【0075】表9および表10において、面番号に「*」を付して当該面が非球面であることを示した第5面、第8面および第26面については、それぞれ数1の非球面の式に表12に示すパラメータを与えることにより定義される非球面形状を有している。この第3の実施例の場合、撮影光学系は第1の実施例と全く同様であるから、表9における第5面および第8面については表4

面	K	A 4	A 6	A 8	A 10
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
26	-0.72427	3.99980E-04	3.28909E-06		

【0077】図12～図14に第3の実施例における収差図を示す。図12は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図13は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図14は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図である。図12～図14のいずれにおいても、収差が良好に補正されていることがわか

と同様である。すなわち、ファインダ接眼光学系G2Bの負レンズ群F2Bのを構成する凹レンズL13Bの物体側の面である第26面を非球面として、一層収差を良好に補正するようにしている。

【0076】

【表12】非球面

る。図5に示す第4の実施の形態に係る実施例である第4の実施例におけるレンズデータを表13～表16に示す。表13は、撮影光学系G1のデータであり、表1と全く同様である。表14は、第4の実施例におけるファインダ接眼光学系G2Cのデータであり、表2とは若干相違する。表15は、可変部分の可変範囲および表16は非球面のデータである。

【0078】

【表13】撮影光学系

面番号	R	D		N d	ν d
1	16.16100	2.37000		1.69680	55.46
2	6.63300	2.39000			
3	-225.40400	0.80000		1.69680	55.46
4	9.84600	1.88000			
5*	18.31600	1.20000		1.82027	29.70
6	-851.45500	可変			
7	0.00000	0.50000	絞り		
8*	9.18900	1.45000		1.69350	53.20
9	66.74000	0.10000			
10	6.77000	1.34000		1.60311	60.69
11	8.57200	1.20000			
12	23.78900	1.63000		1.84666	23.78
13	5.96100	1.24000			
14	-68.28000	1.14000		1.48749	70.44
15	-11.53500	0.10000			
16	9.69900	1.37000		1.48749	70.44
17	100.23100	可変			
18	15.31200	1.16000		1.48749	70.44
19	149.28900	可変			

【0079】

【表14】ファインダ接眼光学系

面番号	R	D		N d	ν d
20	0.00000	1.00000	実像面	1.49154	57.82
21	7.199	0.576			
22	18.82100	32.00000		1.49154	57.82
23	-18.82100	0.50000			
24*	17.03400	22.00000		1.49154	57.82
25	-18.82100	5.50000			
26	-15.87300	1.00000		1.49154	57.82
27	23.88100	12.00000			
28	0.00000		瞳面		

【0080】表13および表14においても、表1および表2の場合と同様に曲率半径 $R=0.00000$ は、曲率半径 $R=\infty$ を意味し、当該面が平面であることを示している。したがって、絞りSおよびファインダ接眼光学系G2Cの正レンズ群F1の最も実像面側の凹レンズL10の最も実像面側の第20面を平面として実像面に一致させて配置している。また、正レンズ群F1の凸レンズL11の両面は、符号が互いに逆で且つ等しい曲率半径Rを有し、凸レンズL12の一方の面も凸レンズL11の両面と絶対値が等しい曲率半径Rを有している。

【0081】表13において、面間隔Dを「可変」とした第6面、第17面および第19面の次の光学面との面間隔は、広角端WIDE～中間焦点距離MEAN～望遠端TELEの間において表15の範囲で変化させることができる。表15に示す撮影光学系G1の焦点距離は、広角端WIDEで5.20mm、中間焦点距離MEANで8.80mm、そして望遠端TELEで14.99mmである。

【0082】

【表15】可変範囲

面番号	W I D E	~	M E A N	~	T E L E
6	18.14	~	7.76	~	1.6
17	0.6	~	5.31	~	13.63
19	8.36	~	8.46	~	8.53
撮影光学系 焦点距離(mm)	5.20	~	8.80	~	14.99

【0083】表13および表14において、面番号に「*」を付して当該面が非球面であることを示した第5面、第8面および第24面については、それぞれ数1の非球面の式に表16に示すパラメータを与えることにより定義される非球面形状を有している。この第4の実施例の場合、撮影光学系は、第1の実施例と全く同様であるから、表12における第5面および第8面については

面	K	A 4	A 6	A 8	A 10
5	1.31712	1.61687E-04	-5.24932E-06	4.02803E-07	-9.24138E-09
8	-0.73713	-6.46089E-06	-3.23545E-07	4.89215E-08	
24	-0.72070	-1.29141E-05	-1.40107E-07		

【0085】図15～図17に上述した第4の実施例における収差図を示す。図15は、撮影光学系が広角端WIDEで半画角 ω が27.3°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、図16は、撮影光学系が中間焦点距離MEANで半画角 ω が16.5°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図、そして図17は、撮影光学系が望遠端TELEで半画角 ω が9.8°であるときの球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差を示す収差図である。図15～図17のいずれにおいても、収差が良好に補正されていることがわかる。

表4と同様である。すなわち、ファインダ接眼光学系G2Cの正レンズ群F1Aの瞳面側の厚肉の凸レンズL12Aの物体側の面である第24面を非球面として、一層収差を良好に補正するようにしている。

【0084】

【表16】非球面

【0086】上述した第1～第4の実施例におけるファインダ接眼光学系G2、G2A～G2Cの全長と、それぞれにおける撮影光学系が広角端WIDE、中間焦点距離MEANおよび望遠端TELEのファインダ倍率（像倍率）と、負レンズ群F2、F2A～F2Cのレンズの視度補正用のレンズL14、L13A～L13Cの移動距離（+1mm：基準位置から物体側へ1mm 毎、-1mm：基準位置から瞳面側へ1mm 毎）に対するファインダ視度の視度補正量（Dptr：ディオプタ）を表17に示す。

【0087】

【表17】

	ファインダ 光学系全長	ファインダ倍率		レンズ移動距離に対する 視度補正量 (Dptr)	
				-1mm**	+1mm**
第1の 実施例	79.294mm	WIDE	0.34	-5.98	+8.41
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		
第2の 実施例	71.416mm	WIDE	0.34	-3.03	+4.10
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		
第3の 実施例	74.576mm	WIDE	0.34	-3.13	+3.91
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		
第4の 実施例	72.568mm	WIDE	0.34	-2.32	+2.76
		MEAN	0.58		
		TELE	0.99		

【0088】(**:「-」基準位置から物体側へ移動、「+」基準位置から瞳面側へ移動)表17によれば、焦点距離の短い撮像光学系を用いていても、ファインダ接眼光学系G2、G2A～G2Cの全長を像反転に十分な長さとして、しかも撮影光学系が広角端WIDE、中間焦点距離MEANおよび望遠端TELEのいずれの状況にあっても高いファインダ倍率を得ていることがわかる。上述のようにして、TTLファインダ光学系において、焦点距離の短い撮影光学系と組み合わせるファインダ接眼光学系を工夫して、高いファインダ倍率を確保し、しかも像反転のための実長を長くし得るようすることができる。

【0089】さらに、実像面と一致させた平面を有するレンズを含むため、当該平面を利用して低コストで撮影時の表示情報を提供することができる。また、ファインダ接眼光学系G2、G2A～G2Cを正レンズ群F1、F1Aと負レンズ群F2、F2A～F2Cとで構成し、正レンズ群F1、F1Aを正レンズと負レンズとの組み合わせで構成し、そして負レンズ群F2、F2A～F2Cを正レンズと負レンズとの組み合わせまたは単一の負レンズで構成するようにして、適切に収差補正されたTTLファインダ光学系とすることができる。

【0090】その上、ファインダ接眼光学系G2、G2A～G2Cの厚肉の凸レンズL11およびL12を、対称な形状の凸レンズとすることにより、TTLファインダ光学系の製造コストを下げるができる。さらにまた、正レンズ群F1Aおよび負レンズ群F2Bに非球面レンズを用いることにより、一層良好な収差補正が施されたTTLファインダ光学系とすることができる。また、射出瞳位置を像面から充分に離し、十分に長いバックフォーカスを確保するとともに、高画角で明るく、大きな変倍比を得ることを可能とする撮影光学系を用いて

も、高いファインダ倍率を確保することができる。

【0091】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、撮影光学系によって結像した実像を直接観察するTTLファインダ光学系であって、前記撮影光学系による実像結像面と瞳面との間に配設されるファインダ接眼光学系を、それぞれ1枚以上のレンズからなる正レンズ群と負レンズ群とで構成し、前記正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうちの前記撮影光学系による実像結像面近傍のレンズを負レンズで構成することにより、対物レンズとしての撮影光学系の焦点距離が短く且つ実像結像面と瞳面との間のファインダ接眼光学系の光路内に像反転系が存在しても、高いファインダ倍率を得ることが可能なTTLファインダ光学系を提供することができる。

【0092】本発明の請求項2のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の負レンズ群を1枚の負レンズのみで構成することにより、特に、低い製造コストで少ない収差を実現することができる。本発明の請求項3のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成した負レンズを含む構成とすることにより、特に、適切に収差補正することが可能となる。本発明の請求項4のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、少なくとも1面を非球面に形成したレンズを含むことにより、一層良好な収差補正を実現することができる。

【0093】本発明の請求項5のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の正レンズ群が、凸レンズを形成する凸面の曲率半径の絶対値が等しい1枚以上の凸レンズを含むことにより、特に、製造コストの削減が可能となる。本発明の請求項6のTTLファイン

ダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の正レンズ群を構成する1枚以上のレンズのうち、撮影光学系による実像結像面にもっとも近接して配置されるレンズの第1面を平面とし且つ当該面を実像面と一致させる構成とすることにより、特に、低コストで撮影時と同等の被写体像を観察することが可能となる。

【0094】本発明の請求項7のTTLファインダ光学系によれば、ファインダ接眼光学系の負レンズ群が、光軸方向に移動させてファインダ視度の補正を行う少なくとも1枚のレンズを含むことにより、特に簡単な構成で適切にファインダ視度を補正することができる。本発明の請求項8のTTLファインダ光学系によれば、撮影光学系が、物体側から像側へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群光学系、正の屈折力を有する第2群光学系および正の屈折力を有する第3群光学系を配し、上記第2群光学系の物体側に、ズーミング時に第2群光学系と一体に移動する絞りを設けるとともに、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1群光学系は光軸上をまず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群光学系は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行い、そして第3群光学系は、光軸上をまず物体側へ移動し、途中で移動方向を像側へ反転することにより、物体側に凸の凸弧状に移動して変倍を行い、第M群光学系(M=1~3)の焦点距離を f_M 、広角端における全系の合成焦点距離を f_F 、広角端における第3群光学系の最終レンズ面と像面との距離を $b f_F$ とすると、これらが条件：

- (1) $2.4 < |f_1| / f_F < 2.6$ ($f_1 < 0$)
- (2) $f_3 / f_F < 6.8$ ($f_3 > 0$)
- (3) $0.37 < f_2 / f_3 < 0.41$ ($f_2 > 0$, $f_3 > 0$)
- (4) $1.75 < b f_F / f_F$

を満足するズーム光学系を含むことにより、撮影光学系として、射出瞳位置を像面から十分に離し、十分に長いバックフォーカスを確保することができるとともに、高画角で明るく、大きな変倍比の光学系を用いても高いファインダ倍率を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を展開して示す光学系配置図である。

【図2】図1のTTLファインダ光学系を実際にカメラに組み込んだ状態の要部の構成を模式的に示す斜視図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を展開して示す光学系配置図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を展開して示す光学系配

置図である。

【図5】本発明の第4の実施の形態に係るTTLファインダ光学系の光学系の配置構成を展開して示す光学系配置図である。

【図6】図1のTTLファインダ光学系の第1の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図7】図1のTTLファインダ光学系の第1の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図8】図1のTTLファインダ光学系の第1の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図9】図3のTTLファインダ光学系の第2の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図10】図3のTTLファインダ光学系の第2の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図11】図3のTTLファインダ光学系の第2の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図12】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図13】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図14】図4のTTLファインダ光学系の第3の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図15】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る広角端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図16】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る中間焦点距離における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【図17】図5のTTLファインダ光学系の第4の実施例に係る望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。

【符号の説明】

G1 撮影光学系

G2, G2A, G2B, G2C ファインダ接眼光学系

T1 第1レンズ群

T2 第2レンズ群

T3 第3レンズ群

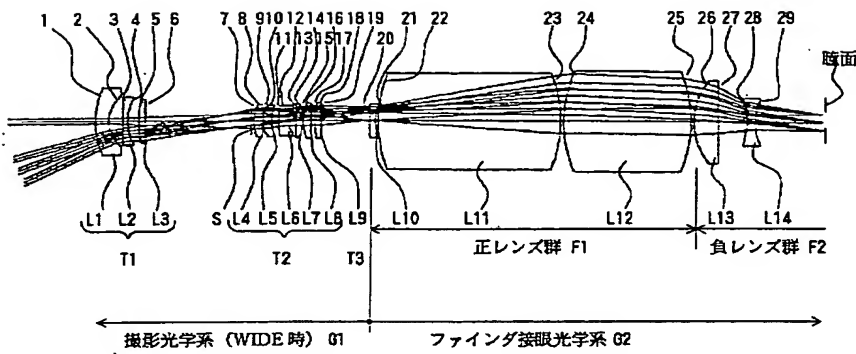
F1, F1A 正レンズ群

F2, F2A, F2B, F2C 負レンズ群

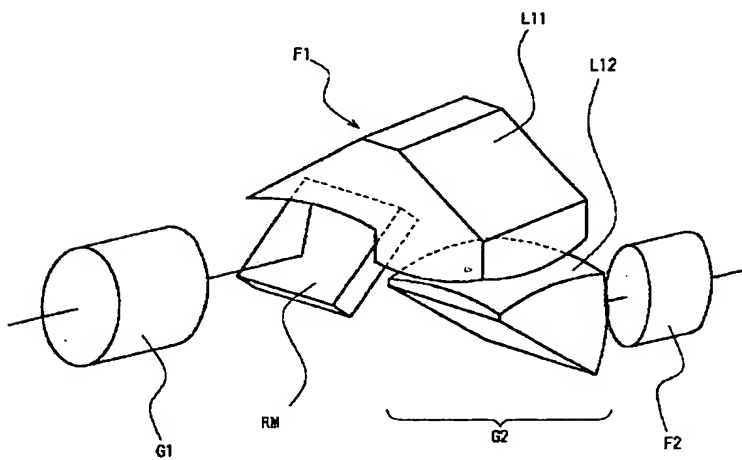
L1~L14, L13A, L13B, L13C レンズ

RM 光学部材

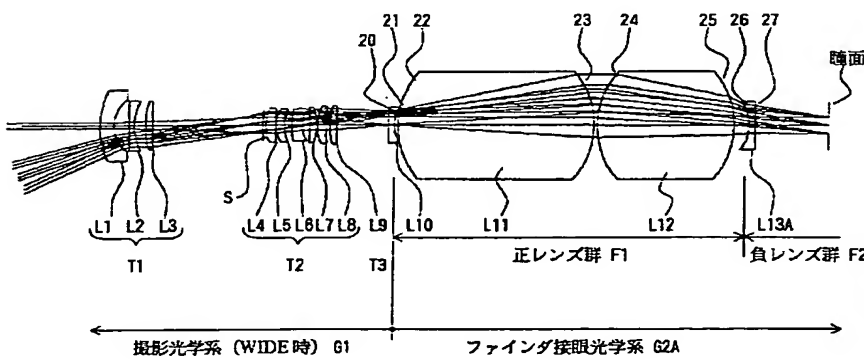
【図1】



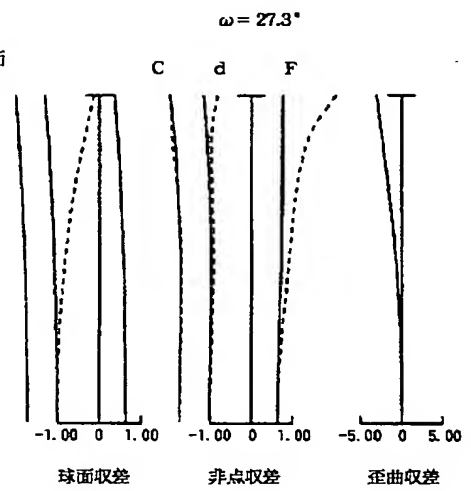
【図2】



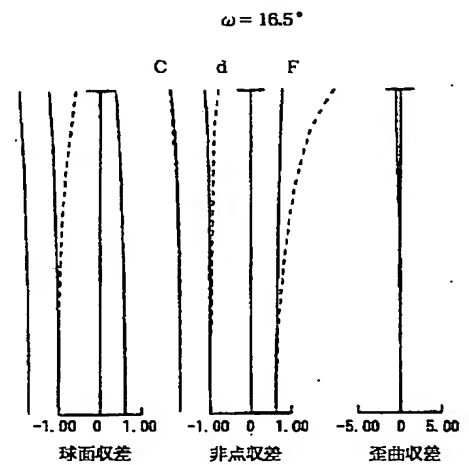
【図3】



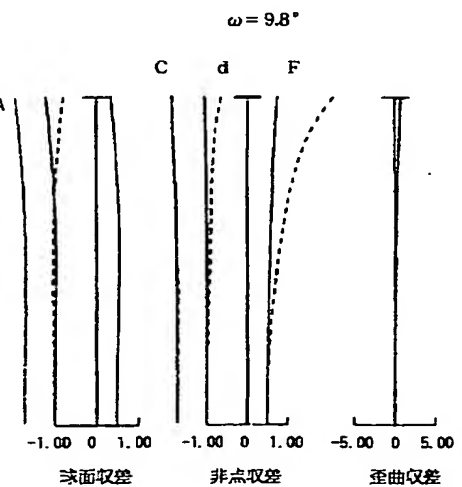
【図6】



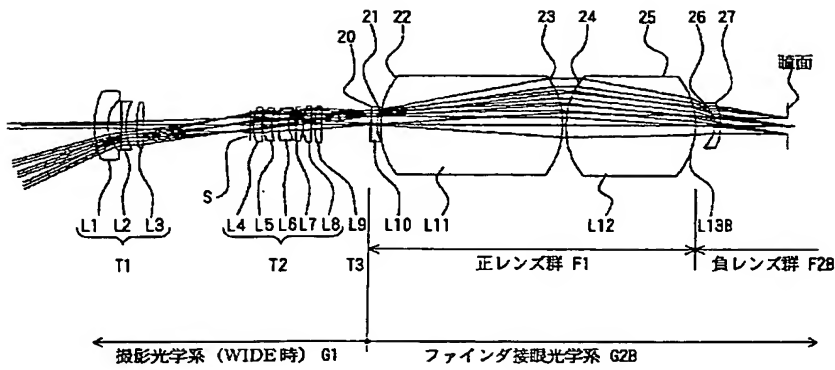
【図7】



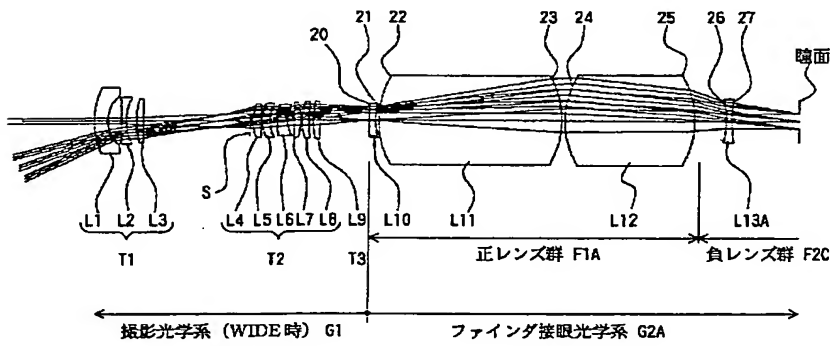
【図8】



【図4】

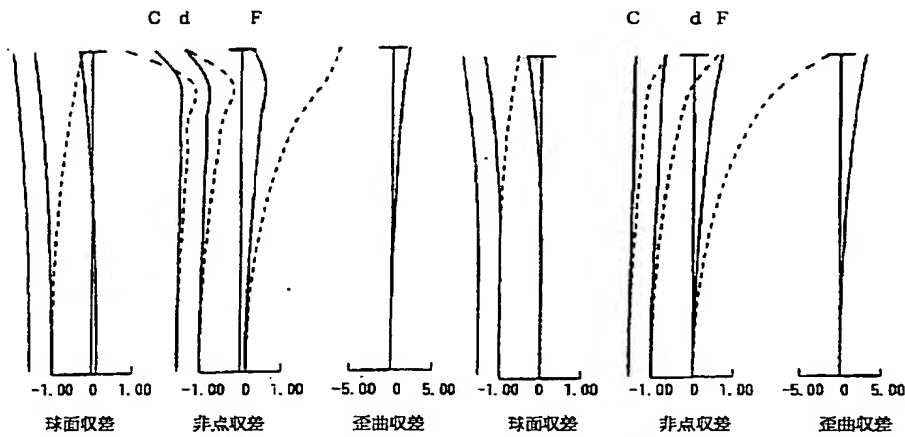


【図5】



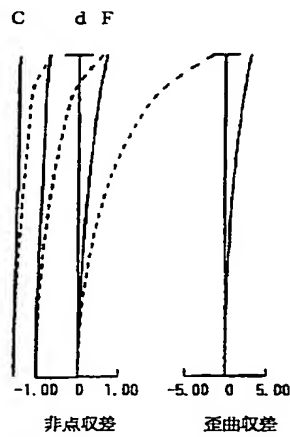
【図10】

$$\omega = 16.5^\circ$$



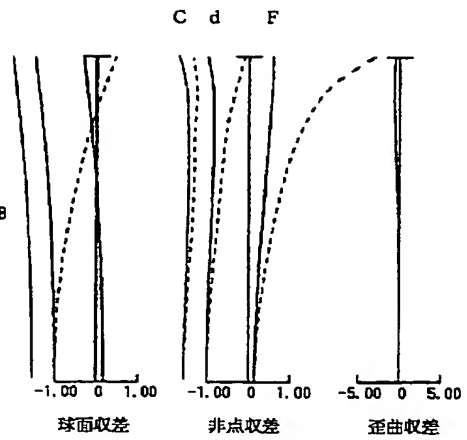
【図11】

$$\omega = 9.8^\circ$$



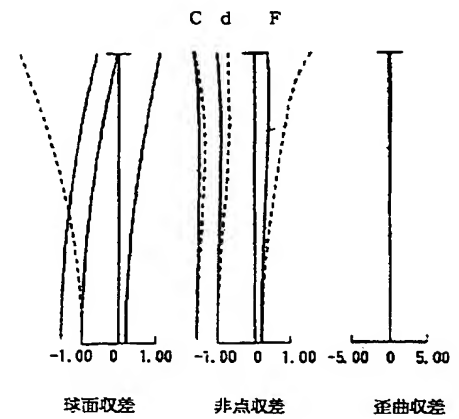
【図9】

$$\omega = 27.3^\circ$$



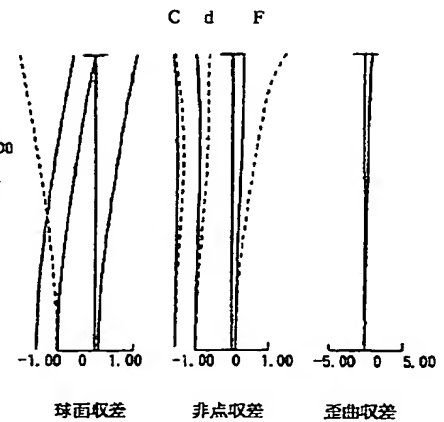
【図13】

$$\omega = 16.5^\circ$$

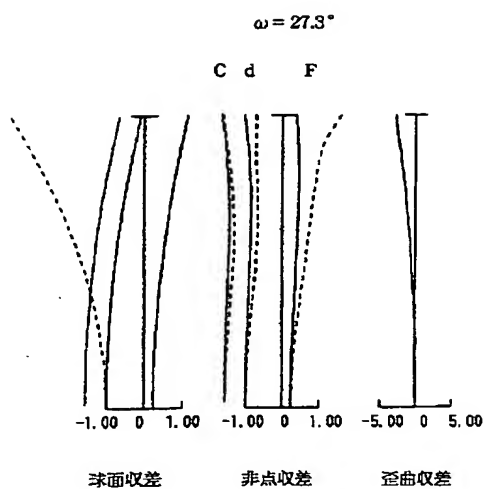


【図14】

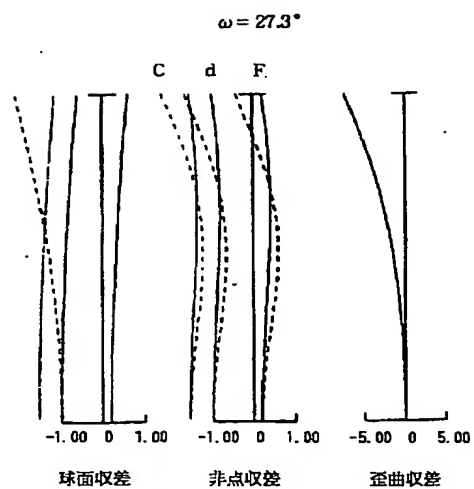
$$\omega = 9.8^\circ$$



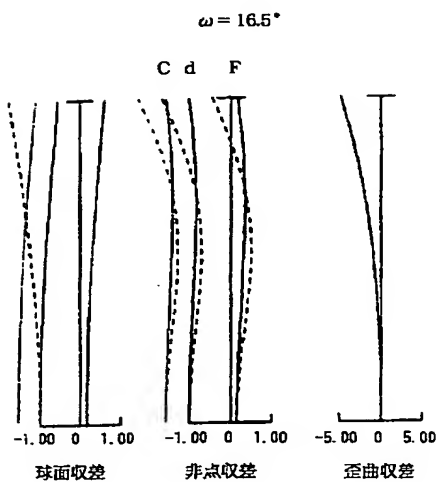
【図12】



【図15】



【図16】



【図17】

